ISSN 1880-9103

独立行政法人 水産総合研究センター研究開発情報

遠洋 リサーチ&トピックス

Vol. 6
2009. 11

ENYO Research & Topics
編集／遠洋水産研究所



2009年3月25日和歌山県紀伊勝浦漁協に水揚げされたクロマグロ（尾叉長220cm、体重215kg）

独立行政法人
水産総合研究センター

CONTENTS

もくじ

Topics

Research

Column

Publication

Activity

表紙写真解説

遠洋水産研究所では、水産庁による国際資源対策推進委託事業の中で、クロマグロの資源評価に用いる漁獲情報・生物標本の収集を、全国の主要水揚げ地で地元水産試験場等と協力して実施している。和歌山県紀伊勝浦漁協では、例年春季に近海まぐろはえ縄船が紀伊半島南沖を中心として漁獲したクロマグロの水揚げにより活気付く。2009 年 3 月 25 日の市場調査時には、最も大型だった写真の個体を含めて 6 個体が水揚げされた。口元に付けられた札は、耳石収集を目的として魚体測定後に取り付けた個体識別用の番号札である。

中西部太平洋のカツオ資源

小 倉 未 基

1．はじめに

カツオは我が国で古くから利用され、学名にも和名にちなんだ *Katsuwonus* が用いられているように、日本を代表する魚の一つである。実際、中西部太平洋での漁獲も 1960 年代までは我が国周辺を中心にした漁業によるものがほとんどであった。しかし本種の分布中心である中西部太平洋熱帯水域の漁場開発が進んだ現在、170 万トン近い漁獲の大半は熱帯水域での国際的漁業によるものとなっているが（図1、2）、資源の多くが分布・漁獲される中西部太平洋熱帯域では近年にいたるまで漁獲状況には長期的な悪化傾向などは見られていない（図3）。各国の漁獲データを総合して行われる資源評価結果からも、資源量は乱獲状態にまで減少していることはなく漁獲圧も過剰ではないとの結果が得られており（Langley and Hampton, 2008）、カツオの速い成長・高い再生産力から考えても未だ中程度の利用強度であると結論付けられる。

我が国ではカツオの生態について限定された海域での調査から得られた古い知見が利用される傾向があったが、

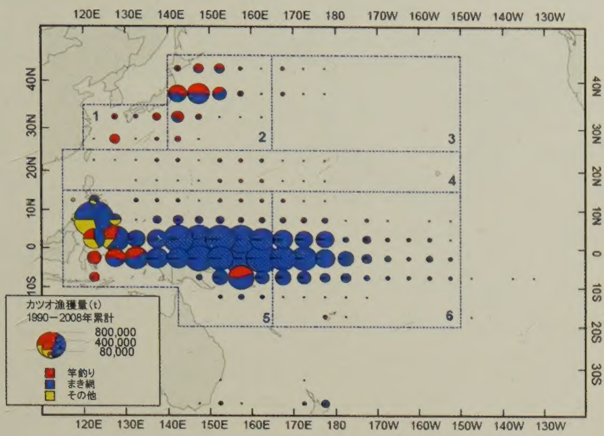


図1．中西部太平洋のカツオ漁獲量の分布
（1990-2008 年の緯経度 5x5 区画集計）
（Williams and Terawasi（2009）より）

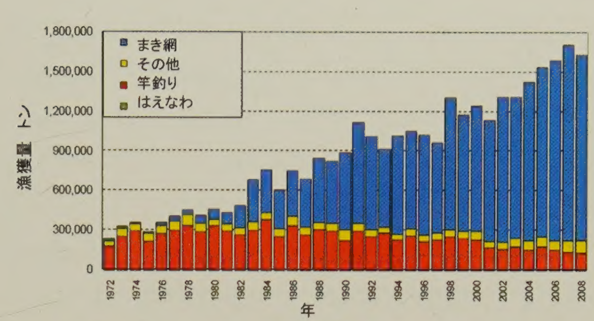


図2．中西部太平洋のカツオ漁獲量の経年変化
（Williams and Terawasi（2009）より）

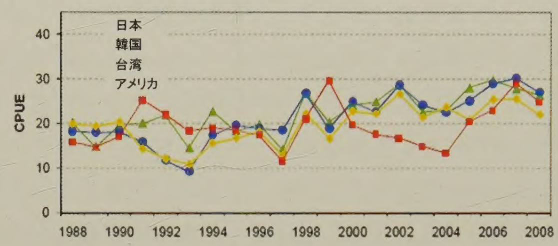


図3．中西部太平洋熱帯域のまき網1日あたり漁獲量の経年変化
（Williams and Terawasi（2009）より）

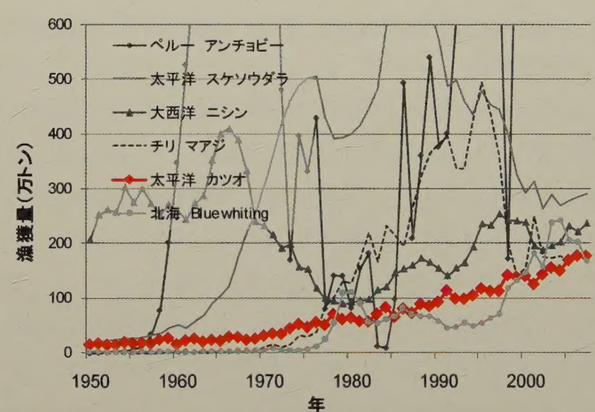


図4．海産多獲性魚（単一種単一大洋）の漁獲量経年変化
（FAO 統計）

近年積極的に科学的検証を行ってきたことにより、これまでわが国で半ば常識としてとらえられてきた成長・成熟等に関する知見が、国際的な見解と合致したものに修正されてきている。カツオに関する最新の生物・資源情報の詳細については平成 20 年度国際資源の現況（水産庁 2009）を併せてご覧いただきたい。

FAO の統計をみると、一大洋の単一種で 200 万トン以上の漁獲を支えているのは、ペルーのアンチョビー、北太平洋のスケソウダラ、大西洋のニシン、チリのマアジ、北海の Blue Whiting（タラの一種）程度である（図4）。これらの多くが温帯域の生産性の高い海域をベースにしているのに対し、カツオは熱帯域を中心に温帯域に至るまで極めて広範に分布している。また、多獲種の漁獲量が激しく変動してきているのに対してカツオは比較的ゆるやかに、ただし着実に増加が続いている。これまで、50 万トン、100 万トンと漁獲が伸びるにつれ、幾度となく資源の限界ではないか、との危惧が示されてきたが、そのたびに漁獲量は次の大台にと増加してきた。熱帯性で莫大な資源量を持つこの有用水産資源の特徴は、まぐろ類同様の速い成長とアジやサバ、ニシン並みの早い成熟、熱帯性の海洋環境下での周年の産卵、にみられる高い生産性とされている。本稿では近年再び示されているカツオ資源に関する懸念について現在の認識を改めて述べるとともに、今後の課題について検討したい。

2．日本近海のカツオ

カツオは満 1 歳で 42cm・1.5kg 程度にまで成長し（図5）、熱帯域では 50cm 弱・2kg で成熟産卵を開始する。産卵は熱帯域が中心で周年行われており、生まれたカツオもほとんどが一生を熱帯域で過ごす。日本の近海で主に春から秋に漁獲されるカツオのほとんどは、ちょうど前年の春から秋にかけて熱帯域で生まれたカツオの一部（多くの同じ時期の発生群は熱帯域にて一生を過ごす）が、満 1 歳を前にして北上し夏の時期を中心に未成熟期を日本近海で過ごしている。北上経路は、3 月以降の漁場分布・移動から見られるように、伊豆小笠原諸島東西の幅広い範囲を北上してくる魚がかなりの量を占め、それらと共に黒潮沿いからの来遊もいくらかはあると思われる（図6）。

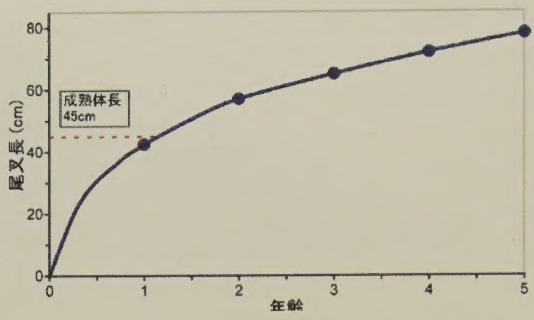


図5．カツオの年齢・成長関係

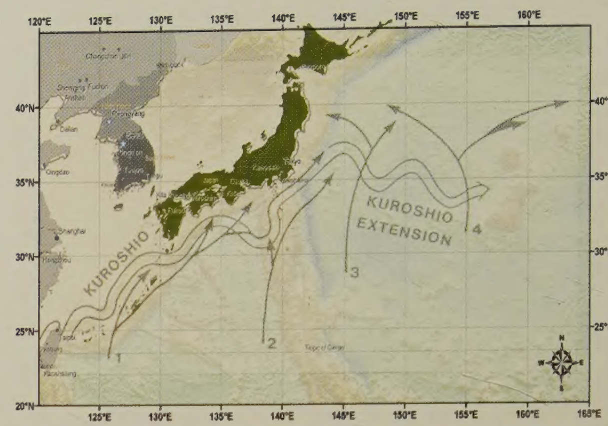


図6．日本周辺海域のカツオ北上回遊想定図
（川合 1991 より改編）

日本近海は、膨大な資源量を持つ熱帯域から成熟前の魚の一部が季節的に回遊する分布の北側縁辺部に位置している。日本近海の漁場は来遊量・漁場形成共に変動が大きく、これは太平洋のカツオ資源水準と北上回遊を規定する海洋環境に影響されると考えられる。来遊する資源量は、現在の漁獲量分布からも容易に想像できるように熱帯域のそれに比較して小さく、海域別に推定された資源量を 25N 以北とそれ以南の熱帯域で比較すると、1：２０程度の比率となる例も示されている（Langley et. al 2005）。

3．一部沿岸域で５年連続の不漁、2009 年は三陸沖も不漁模様

中西部太平洋の資源評価では問題は見出されていないが、最近、日本近海からカツオ漁況についていくつかの懸念が聞こえてくる。紀伊半島から四国沿岸を中心とした曳縄・小型竿釣の漁獲はこれまでも変動が激しかったが、2005 年から５年連続で低い水準が継続している（図７）。沿岸海域での海洋環境変動により漁場形成が影響を受けると考えられてきたが、連続した不漁の説明は困難で、沿岸来遊豊度の変化が影響している可能性が考えられる。さらに 2009 年には常磐・三陸沖の竿釣りやまき網漁業の漁獲も低迷している。日本近海のカツオ漁場を代表するこの常磐・三陸海域からの漁獲物には 2009 年７月から体長（尾叉長）30cm 台後半の小型魚が目立ち始め、8 月には 50cm 前後の春から北上来遊していると考えられる群をしのぐほどになり、9 月以降は漁獲物では小型魚が完全に卓越している状況にある（図８）。漁業関係者からは、夏のサメ付き・鯨付き群操業時期にもカツオが付いていないサメ・鯨が多い等、沖の漁業現場で感じられる変化がしばしば伝えられるところである。これらを受け、2009 年８月には水産庁により「第１回カツオ資源問題検討会議」が開催され、情報交換と不漁原因究明、必要な調査協力等について継続的な検討が始まっている。

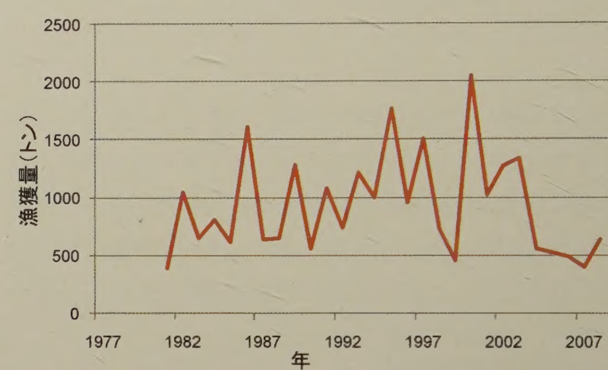


図７．和歌山県曳縄漁獲量の経年変化

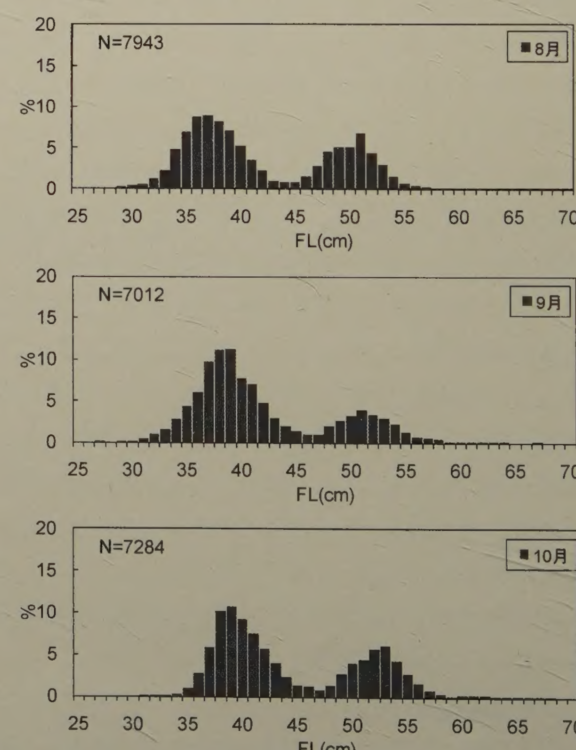


図８．2009 年夏の常磐・三陸沖カツオ竿釣り漁獲物サイズ組成

今のところ、本年の近海不漁に関しては、主要漁業であるまき網と竿釣り共に低調であり、漁獲物サイズ組成とも合わせて、初夏から40cm台前半で漁場に来遊し秋に50cm超になる例年の主体とされる魚の来遊豊度が低かったと考えている。日本近海での豊度の低下は、そもそも来遊の元になる熱帯域の魚の絶対量が少なかったのか、熱帯域の魚のうち北上来遊する割合が少なかったのか、単純化して2つの要素が考えられる。資源状況は継続して良好であると評価されており、さらに昨年からの熱帯域のカツオ漁況に不漁等の情報は無く、熱帯域の資源が少なかった等の問題は示唆されていない。現在のところ本年の近海カツオ不漁は、中西部太平洋資源全体に問題があるのではなく、北上回遊割合を左右する海洋環境に不利な条件があったのではないかと考えている。なお、本年夏から発生しているとされるエル・ニーニョは、カツオの加入（来年の漁獲対象）にプラスに働くとの報告もある（Lehodey et al. 2003）。

もう一方の分布縁辺部である南半球側のオーストラリア・ニュージーランドでは、まき網漁業を主体として１万トン以上の漁獲が行われている（図９）。オーストラリアの近年のカツオ漁獲量の変動も日本近海以上に激しいが、これは低緯度からの加入の変動によるもので、中西部太平洋全体の資源レベルの低下によるものではない、と認識されている（Sands and Willson 2009）。

４．カツオ資源全体への懸念

中西部太平洋全体のカツオ資源状態は健全であると考えられていることに対し、最近の日本近海の漁況変動からカツオ資源全体の減少が想定されるとの見方も示されている（二平　2009）。たとえば、台湾からフィリピンの東方海域での漁獲減少が見られ日本への北上来遊量が少なくなった、長年の常磐・三陸漁場の漁獲物サイズや漁場形成状況が変化してきている、カツオの年齢構造が若齢主体へと変化し成熟・産卵の若齢化も生じている、などが指摘されている。

たしかに日本近海はカツオの分布の縁辺部であり資源状態の変化が表れやすい可能性があり、注意深くモニタリングすることは重要である。得られた情報は、客観的データと科学的知見の上に実証していくことで、国際資源管理の場での主張にも生かされるものである。上述の指摘に関してもデータから検討してみる必要がある。カツオに関する長期間の漁業データは日本の竿釣漁業のそれが唯一のものであるが、現在の総漁船数は盛期の１／５以下に減少しており、漁獲量だけでなくCPUE（単位努力量当たりの漁獲量。資源密度や資源量の指標となる数値。一般にカツオ竿釣り漁業では「１隻１日あたりの漁獲量」などが用いられる。）の動向も重要であると共に、漁場範囲の縮小や各船の終漁時期等の操業パターンの多様性の低下など、背景をよく理解した上での慎重なデー

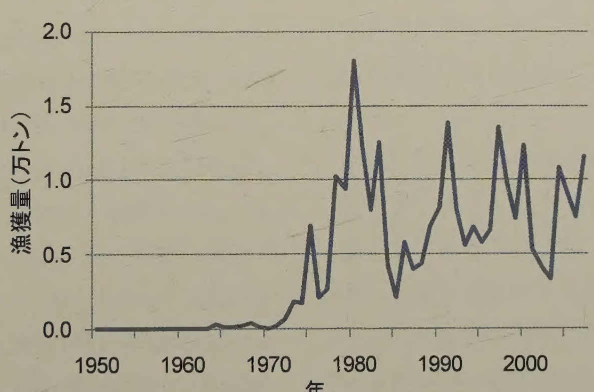


図９．南西太平洋（FAO 統計海区、南緯 25 度以南の中西部太平洋）におけるカツオの漁獲量経年変化（FAO 統計）

タの扱いが必要となっている。また、最新の科学的知見を元に、魚体サイズ構成や変動幅、成熟・成長の意味付けを検討する必要がある。従って、現在のデータと科学的知見で言える範囲では、中西部太平洋カツオ資源全体が減少している兆候が分布縁辺部である日本近海でみられる確たる証拠はないのが現状である。今後は、漁業構造の変化や調査データの慎重な解析による資源状態の再現等に努力し、縁辺部の資源モニタリングを充実させていく必要がある。

5．資源の継続的な利用と効率的漁業の実現に向けたモニタリングの重要性

生物資源は漁獲利用しても適正なレベルであれば再生産能力により一定の資源量を維持することができ、持続的生産を続けていける。全く利用されていない（もしくはほとんど利用されていない）処女資源に比べてある程度資源量が減った状態の方が、持続的に多くの漁獲を上げることができる。当然、獲りすぎれば資源量が少なくなりすぎる乱獲状態となるが、カツオの場合はそのような状態に陥っているとするデータは無い。

多くの国・漁業が利用する高度回遊性魚類は、資源全体が乱獲・過剰漁獲に陥らないための資源評価の精度向上と資源管理が必要であるのは言うまでもない。合わせて、日本近海のような縁辺部は変動が激しく、漁業を健全に維持・発展させていくためには、資源変動に対応しうる効率的操業の推進が必要であろう。そのため、効率的な操業の一助となる情報、ミクロな漁場形成やカツオ分布回遊の環境嗜好性に関する科学的知見、衛星情報の利用等、を整備し漁業者に提供していくことが重要である。

また、資源全体の変化の端緒が現れるとも予想される縁辺部の漁況は、今後も注意深くモニターし科学的データとして示していく必要がある。また、日本近海への来遊魚群の供給海域を明確にし、そこでの資源状況の精度高い把握と北上をコントロールする要因を明らかにし、日本近海の漁況変化が回遊パターンの変動によるものなのか、資源密度そのものの変化なのかを解明することも重要である。さらに、日本近海への来遊資源の起源と南下後の産卵への関与も併せて、先獲り漁業や来遊群を生み出す産卵親魚への漁業の影響、日本近海から南下する成熟魚が資源の再生産にどのように影響するのかを明らかにし、各国漁業種類間の相互作用を検討し必要な調整に向かわせる努力が必要であろう。

6．おわりに

遠洋水産研究所では、日本近海での不安定な漁況を通して多くの漁業関係者が実感している現状について強く認識しており、WCPFC 科学委員会の場でも注意喚起を行ってきた（Anon. 2009）。今後は速やかにこの実感を客観性のある情報として整理するとともに、その要因についても検討を進めていく。その過程で、現在の WCPFC での資源評価結果との間に矛盾があれば、それらのデータを持って資源評価の適正化、温帯域カツオへの影響評価の適正な実施に向けた努力を行っていく。そのため、国内の漁業関係の方々においても漁業実態調査への協力をぜひお願いしたいと考えている。また、遠洋水研以外でカツオ研究に携わる方々には、われわれの把握しきれない懸念や現象について、客観的なデータとして取りまとめて情報提供いただけるよう、ご協力をお願いするところである。

引用文献

・Anon.（WCPFC）（2009）：Summary Report, WCPFC-SC5：238pp.

・川合英夫（1991）：黒潮系での総観スケールの構造と水産生物に及ぼす影響 . *In* 流れと生物と . 川合英夫編 . 京都大学学術出版会：18–34pp.

・Langley, A., Hampton, J., and Ogura, M.（2005）：Stock assessment of skipjack tuna in the western and central Pacific Ocean. WCPFC-SC1-SA-WP-4：68 pp.

・Langley, A. and Hampton, J.（2008）：Stock assessment of skipjack tuna in the western and central Pacific Ocean. WCPFC-SC4-SA-WP-4：74 pp.

・Lehodey P., Chai F., Hampton J.（2003）：Modelling climate-related variability of tuna populations from a coupled ocean –biogeochemical –populations dynamics model. Fisheries Oceanography, 12（4）：483–494

・二平章（2009）：カツオの回遊生態と資源 . 水産振興 497 号（43 巻 5 号）：57pp.

・Sands, A. H. and Wilson,D.T.,（2009）：National Tuna and Billfish Fisheries Report 2008（Document submitted to the WCPFC-SC5）. WCPFC-SC5-AR /CCM-01：27pp.

・水産庁（2009）：平成 20 年度国際資源の現況 . http://kokushi.job.affrc.go.jp/index-2.html

・Williams, P. and Terawasi, P.（2009）：Overview of Tuna Fisheries in the Western and Central Pacific, including Economic Conditions -2008. WCPFC-SC5 SC5-2009/GN WP-1：44pp.

クロマグロの仔稚魚調査と早期来遊予測への貢献

田邉智唯

全国の水産試験場及び水産高校と遠洋水産研究所が協力して、大規模な仔稚魚採集調査が実施されたのは1950年代から1980年代のことである（西川ら1985）。この調査の開始から今日に至るまでに、クロマグロを始めとしたマグロ類の仔魚期における時空間分布が明らかにされ、資源生態上の貴重な基礎情報が得られた。近年、クロマグロ初期生活史研究は、加入や親魚量の経年変動との関係を意識した課題の実施が求められるようになってきた（田邉ら2009）。筆者らは、2007年度から2009年度までの3カ年計画として、水産総合研究センター運営費交付金プロジェクト研究「太平洋クロマグロの加入量予測のための基盤的研究」を実施し、本種の初期生態の解明とともに、将来の加入量予測手法の開発に向けた基盤構築に取り組んでいる。その一環として、南西諸島海域において、主産卵期と推定される5～6月に調査船俊鷹丸を用いた仔稚魚サンプリングを実施している。本稿では、2009年の調査航海で得られた最新の成果を中心に関連情報を含めて紹介する。

稚魚採集の意義

採集が容易ではない稚魚を研究対象とする理由は、大きく分けて2つ挙げられる。まず、魚類の中で最も産業上の価値が高い重要種の1つであるクロマグロの稚魚期における生態を明らかにすることは、単に生活史における知見の空白域を埋めることに止まらず、その前後の時期を含めて加入に関わる生態を解明することにつながり、そのことが加入量あるいは来遊量の予測技術の開発へと進展すると考えられる。それによって、将来的には毎年の加入群の効率的な漁獲と天然資源の有効利用に貢献できるものと期待される。一方、クロマグロの高い経済的価値により本種の養殖産業も天然種苗を用いて急速に発展してきたが、種苗採捕による天然資源に対する漁獲圧増加への懸念と天然資源の歴史的な変動経験から、人工的な採卵・種苗生産に基づく養殖クロマグロの供給が近畿大学を中心に実用化されつつある。水産総合研究センターにおいても、奄美栽培漁業センターを中核として、親魚養成から採卵、種苗生産までの技術開発が行われている。このような種苗生産過程においては、天然の稚魚がどのような餌を食べ、どのような環境で生活しているかを知ることが、良質な種苗を安定的に生産する上で重要な情報であると考えられる。以上のように、稚魚を採集して生態を調べることは、天然海域の漁業においては資源の有効活用に、養殖業においては種苗の安定供給につながる基盤技術の確立に貢献できると考えられる。

2009年の調査航海における新たな試みと成果

筆者らは、前述のプロジェクト研究の開始と共に、6月に南西諸島海域での俊鷹丸による仔稚魚調査を実施している。過去2年間は表中層トロール網を用いた稚魚採集を試みたが目立った成果が得られなかったため、2009年の航海では、2mリングネットで採集される仔魚（体長3～8mm）の次の段階の稚魚（体長10～20mm）を対象とすることで、仔魚期に得られている知見との連続性、発展性を重視した。クロマグロでは、体長10mmを超えると仔魚から稚魚へ変態し、さらに20mmまでの間にカイアシ類食性から魚食性に移行すると考えられる（魚谷ら1994, 田邉ら未発表）。食性の変化とともに、急激な日間成長率の増加と遊泳力の増大が起こり、これらを中心とした生態的変化が加入量を左右することにつながる可能性があると筆者らは考えている。そのことを確かめるためには、体長10～20mmの稚魚を採集し、その生態を明らかにする必要がある。

今回の航海では、従来稚魚採集のために用いた大口径の表中層トロール網（ニチモウNST99K1型、開口部25×25m）ではなく、それよりも小型で低速曳網となるLCネット（ニチモウLC100m2R3型、開口部10×10m）を導入した。その理由は、2007年と2008年の大型表中層トロールによるサンプリングで体長18～90mmの稚魚が採集されたことから、これより小型で遊泳速度も遅い稚魚を採集するにはネットの小型・低速化が適切と考えたためである。この調査航海では、八重山諸島から沖縄島までの黒潮流域とその沖側の12調査点で合計36回、夜間表面付近で30分間の水平曳きを行った。今回の調査点は、過去に稚魚が少数でも採集されたことがある海域を中心として決定した。その結果、久米島西南西沖70キロの黒潮流域の沖側で黒潮と反対の西向きの流れが認められる調査点において（図1）、体長範囲13～35mm、平均体長20mmのマグロ属稚魚が1曳網あたり35～104

個体、3 曳網合計 224 個体採集された（図 2）。これら稚魚の筋肉からミトコンドリア DNA による種判別を行い、約 3 分の 1 がクロマグロであることがわかった（図 3）。その他の 11 調査点では、4 調査点で 1 〜 3 個体のマグロ属稚魚が採集され、多数採集された前者とは顕著な採集結果の違いが認められた。この結果は、これまで採集が難しかった体長 10 〜 30mm の小型のクロマグロ稚魚採集に対する LC ネットの有効性を示すとともに、こ

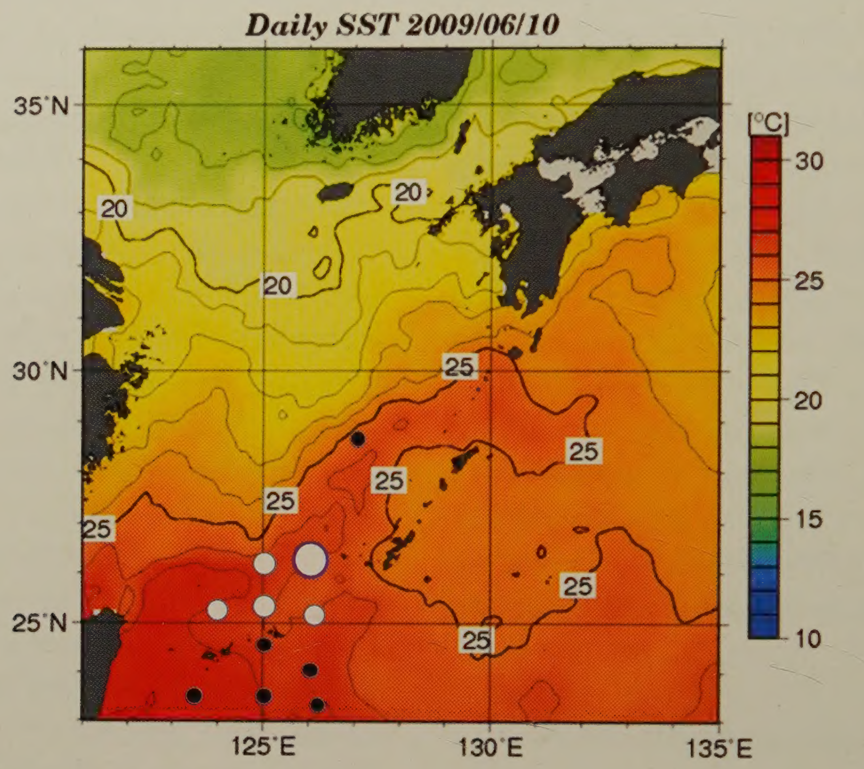


図 1．2009 年 6 月の俊鷹丸によるクロマグロ仔稚魚分布調査における 6 月 10 日の表面水温（気象庁のホームページよりダウンロード）とマグロ属稚魚の採集結果。白丸はマグロ属稚魚が採集された位置、黒丸は採集されなかった位置。最も大きい白丸は、クロマグロを含むマグロ属稚魚が合計 224 個体採集された位置を示す。



図 2．2009 年 6 月 10 日に久米島の西方約 70km 沖で採集されたクロマグロを含むマグロ類の稚魚。標準体長は 13mm 〜 35mm。採集後に調査船俊鷹丸の船内研究室にて撮影。

のサイズの稚魚が黒潮流路に近い海域に多く分布する可能性を示している。近年、5月の八重山諸島近海におけるクロマグロ仔魚のパッチ追跡調査により、最大7日間の移動・成長・減耗が明らかにされるとともに、仔魚期には黒潮の沖側に位置する低気圧性の中規模渦の流れに沿って移動していることが明らかになった（Satoh et al. 2008）。このことから、仔魚期には黒潮の沖合に位置する渦によって運ばれながら成長し、稚魚期になると黒潮の流れに近い場所に移動している様子が推測できる。今回の稚魚に対する採集結果は、稚魚段階での分布情報を的確に把握する技術開発に役立つとともに、例年7月には体長15～20cmのヨコワとなって高知県沿岸域に来遊するクロマグロの移動経路を知る上で有用である。

調査航海で得られた成果を活かすために

2009年6月の調査航海を通じて、稚魚期の生態を解く足がかりを築くことはできたと考えられるが、最終的な目標である加入量あるいは来遊量の予測技術を開発するためには、まだ解決すべき課題の方が多い。例えば、クロマグロが初期生活史のどの段階（体長）で黒潮の流れに乗り、どのような経路を通って四国以東の太平洋沿岸域に辿り着くのだろうか。また、ヨコワの漁況は年によって顕著に変動することが知られているが、それが加入量または来遊量の経年変動の結果と仮定すれば、これらの年変動はどのような仕組みによって引き起こされるのだろうか。ここに挙げた2つの疑問は代表例であるが、この2つの課題を見ても答を導き出すことは簡単ではないように思われる。しかしながら、これまでの仔稚魚採集によって蓄積されてきた生物情報や海洋の物理・化学環境に関する情報の解析と作業仮説の提示、その検証のための調査の実施により、いずれは答を見出すことが可能ではなかろうか。その時を目指して、着実に1つずつ研究成果を積み重ねて行くことが重要と考えられる。



図3．ミトコンドリアDNAを用いた種判定により、クロマグロと確認された体長20.5mmの稚魚。アルコール保存後、遠洋水産研究所の実験室にて撮影。

引用文献

・西川康夫・本間操・上柳昭治・木川昭二（1985）：遠洋性サバ型魚類稚仔の分布,1956-1981年. 遠洋水産研究所. S. Series 12：1-99

・田邉智唯・佐藤圭介・稲掛伝三・田中庸介（2009）：クロマグロの初期生活史，生残，加入過程とそれに関わる海洋環境. 水産海洋研究，73（1）：31-32

・魚谷逸朗・斉藤勉・平沼勝男・西川康夫（1990）：北西太平洋産クロマグロ *Thunnus thynnus* 仔魚の食性．日水誌．56（5）：713-717

・Satoh, K., Tanaka, Y., Iwahashi, M.（2007）：Variations in the instantaneous mortality rate between larval patches of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* in the northwestern Pacific Ocean. Fish. Res. 89：248-256

新設された外洋生態系研究室の紹介

清田雅史

平成21年4月1日、外洋資源部（横浜駐在）に外洋生態系研究室が新設された。この研究室は外洋域の漁業と生態系に関する幅広い研究業務を視野に入れ、三つの柱を掲げている（図）。第一の柱は南極海のナンキョクオキアミ資源や底魚資源に関わる研究、ならびに「南極の海洋生物の保存に関する委員会（CCAMLR）」への対応である。これは母体となった南大洋生物資源研究室が担当していた分野である。CCAMLRは水産資源に限らない南極海の生物資源全体の保存を目的とした国際機関で、メンバーとして非漁業国も含んでいる。これまでに底はえ縄漁業における海鳥混獲の削減や、不確実性を考慮した予防的アプローチ、数理モデルを用いた管理方策の評価など漁業管理をめぐる新しい概念や手法を他の漁業管理機関に先駆けて提案してきた。近年の懸案事項としては、IUU（違法・無報告・無規制）漁業によって枯渇したメロ類（冷凍切り身として利用される大型底魚類）資源のモニタリングと持続的利用、ナンキョクオキアミ資源をめぐるペンギンやオットセイなどの高次捕食者とトロール漁業の競争を適切に管理するための生態系モデルの応用、地球温暖化が原因と考えられる環境変化が南極海の生物相に及ぼす影響の把握などがある。こうした問題に関する科学的検討を通じて、生態系保全と日本漁業の持続可能性を実証していくのが新研究室の第一の目標である。

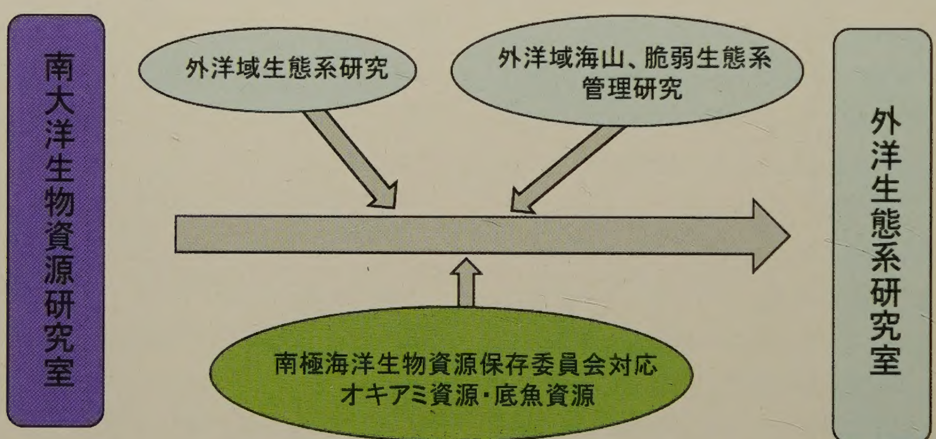


図. 南大洋生物資源研究室を母体として新設された外洋生態系研究室が抱える3つの大きなテーマ（水研本部プレスリリース資料より）。

二本目の柱は、北西大西洋（北西大西洋漁業機関NAFO管理水域）、南東大西洋（南東大西洋漁業機関SEAFO管理水域）、北西太平洋などにおける底魚漁業と資源に関する研究である。これは、昨年度まで北海道区水産研究所や遠洋水産研究所外洋いか研究室などが分担していた業務を集約したものである。かつては遠洋漁業の花形であった遠洋底魚漁業だが、200海里制導入以降は主な活動の場が公海域に制限され、取り巻く情勢は近年さらに厳しさを増している。天皇海山のクサカリツボダイや大西洋のカラスガレイなど底魚資源の適切な管理だけでなく、深海底に生息する冷水性サンゴなどの「脆弱な生態系（VME）」の保全も重要な課題として対策が求められており、国連での政治的な議論も行われている（本誌5号参照）。また天皇海山をめぐっては底魚に加えてサンマやアカイカなども対象とした北太平洋公海域漁業管理機関の設立も検討されている。このように各大洋の公海底魚漁業をめぐっては、様々な角度から議論が繰り広げられている。その対応には幅広い知識や経験が必要であるため、所内外の研究者と協力体制を築きながら対応を進めなければならない。

三つめの柱は、研究室名が表す外洋域の生態系研究である。南極海におけるペンギンやオットセイの考慮や、海山域におけるVME保全が象徴するように、近年漁業が生態系に及ぼす影響を削減し適切に管理することが、

漁業を持続するための必要条件として求められている。こうした流れを受けて、FAO（国連食糧農業機関）は漁業における生態系アプローチを提唱し、社会の多様な価値観や要求を満たすよう生態系を管理し、将来にわたって海からの恩恵（生態系サービス）を受け続けることを目標として掲げている。生態系への配慮が注目を集めるようになった一因として、平衡状態を前提とした単一魚種管理の失敗が資源の枯渇や生態系の崩壊をもたらしたと主張する漁業管理批判が挙げられる。海外の一流学術誌の中にも、わずかなデータに基づき漁業資源や生態系の崩壊をセンセーショナルに指摘し、海洋保護区の導入と漁業活動の制限を求める論文を見ることができる。このため、国際的な漁業管理機関では、資源管理に予防的措置を導入するとともに、漁業が非漁獲対象生物や生態系に及ぼすリスクの評価を行う動きが顕著である。一方、日本国内に目を向けると、単一魚種管理に精一杯で、環境や他の生物に関する情報までは手が回らず、生態系管理は絵に描いた餅に過ぎないと考える水産関係者が多いのが実情であろう。生物多様性条約第10回締約国会議（2010年名古屋）を控え生物多様性基本法も制定されたことから、環境や生態系に対する意識を高めるための一般市民向け活動が繰り広げられているが、具体的な目標やコストと利益の議論がなされないまま、「多様性保全＝良いこと」というイメージだけが先行している。この状況のまま進むと、近い将来公海漁業だけでなく200海里内の漁業までもが生態系保全に関して国内外から問題点を指摘される恐れがある。これからの漁業は、食糧生産、雇用、地域文化の担い手といった多面的機能を大切にしつつ、資源の持続的利用の面でも、生態系保全の面でも妥当性を主張できるようになっておく必要がある。我が国が蓄積してきた漁業データや調査データは、海洋生態系の構造や機能を理解し、漁業の影響を評価できる可能性を秘めた膨大な時系列情報である。このような研究資産を活かして外洋生態系研究の芽を出し、発展させることが研究室に課せられた最大の任務である。得られる成果は学術的にも、生態系アプローチの波を乗り切って漁業を続けて行く上でも大いに役立つであろう。

以上のように、外洋生態系研究室は、抱えきれないほど沢山の重大な課題を携えてスタートした。一つの研究室だけでできることには限りがあるが、横浜駐在という地の利を活かし、開かれた研究室として、組織横断的かつ学際的な研究活動を押し進める牽引車的な役割を果たしたいと考えている。

2004/05年夏季の南極ロス海域におけるオキアミ類の分布並びに個体群構造

遠洋水産研究所平成21年度研究奨励賞受賞論文の紹介

Polar Biology, 31, 1343-1356 (2008), 瀧　憲司・矢吹　崇・野入善史・林　倫成・永延幹男

ロス海は南極大陸の太平洋側に位置する大きな湾で、魚類、海産哺乳類、ペンギン類、海鳥類等が多数生息する。これら高次捕食者はオキアミ類、特に *Euphausia superba*（ナンキョクオキアミ）と *E. crystallorophias*（コオリオキアミ）を重要な餌としている（Ainley et al. 1984等）。然るに、本海域における高次捕食者とオキアミ類との被捕食関係については殆ど分かっておらず、そのために必要なオキアミ類の生態に関する知見も乏しい（Sala et al. 2002）。

そこで、本論文は、ロス海周辺の主要なオキアミ類の生息場所と水温との関係や分布深度等について解析し、鯨類等捕食者との関係を論じたものである。

2004/05年夏季に水産庁漁業調査船開洋丸による第九次南極海調査の際に、ロス海周辺域において南北に走る3つの定線（175°E、180°、170°W）を設置し、様々な海洋観測を行った。本研究に用いた試料は、これら定線において層毎に開閉する矩形多段中層トロールネット（RMTネット）を用いて1,000mの深さまで曳網し採集したプランクトンの標本である。

オキアミ類は全部で9種類出現した。そのなかで、*E. triacantha* は表層（200m以浅）の水温が2度以上の上部周極深層水域（UCDW）に、*Thysanoessa* 属は陸棚域（海深1,000m以浅）を除く広範囲に、ナンキョクオキアミは表層水温0.5～2度の下部周極深層水域（LCDW）に、コオリオキアミは－1.5度以下の冷水が大部分を占める陸棚域（SW）に主に出現し、コオリオキアミが最も冷たい所に生息する等、南極周辺で一般的に認められている種毎の生息場所と水温との関係を示した（図1）。オキア

ミ類の生物量は、主に成熟雌から構成されるナンキョクオキアミが優占する陸棚斜面（1,000-3,000m 深）において最も高く、コオリオキアミが優占する測点番号（Stn.）29D 等やや深めの陸棚域がこれに次いだ。しかし、ロス海周辺域のオキアミ類の生物量は既往の大西洋区の値に比べて 1 桁～ 2 桁低かった。

ナンキョクオキアミは、未成体は下部周極深層水域北方（Stn. 10D）の表層付近のみに、成熟雌を除く成体はそれより南側の 0-600m に出現した。一方、成熟雌は陸棚斜面（Stn. 17D）の 400-600m と深い所に高密に出現した（図 2）。一方、*E. triacantha* は 300-400m、コオリオキアミは 200-300m を中心に出現し、総じてロス海周辺域のオキアミ類の生物量のピークは中層にみられた。

ナンキョクオキアミの主漁場である大西洋区スコシア海域ではこれまで本種の分布深度に関して比較的多くの観測が行われており、一般に 150m 以浅の表層を中心とした分布をしていることが知られている（Demer and Hewitt 1995 等）。そのため、同域のみならず分布深度に関する知見の少ない他の海域においても 200m の深さまでの曳網の採集により分布深度が網羅されるという前提で本種の資源調査が行われてきた（Nicol et al. 2000 等）。しかし、本研究においてロス海では陸棚斜面域の 400-600m とより深い場所に高密の成熟雌が生息していることが明らかになり、海域によって主な生息深度が異なるものと推察された。今後は、インド洋等他の海域においても本種の資源調査を行うにあたり、RMT ネット等を用いた深層までの層別採集により分布深度を確認していくことが求められる。

また、本研究においてロス海周辺域では大西洋区に比べてオキアミ類の生物量は低いことが明らかになり、従来の鯨類の胃内容物の調査結果に基づく推察“ロス海は餌の少ない海域である”という仮説（Ichii et al. 1998）を裏付けた。しかし、上述したような中深層を主体としたオキアミ類の分布は、表層を中心に索餌するヒゲクジラ類等に対し餌としての利用を一層難しくしていると考えられる。一方、オキアミ類は捕食圧に応じて分布深度を変化させることが知られており（Ichii et al. 2007 等）、春先以降の高次捕食者による高い捕食圧（Ainley et al. 2006）を避けるためにオキアミ類の分布深度が深くなった可能性がある。今後は、オキアミ類の分布深度や生物量の季節的な変化について、鯨類等高次捕食者の分布や摂餌様式の変化とともに定量的に抑えていくことが重要である。

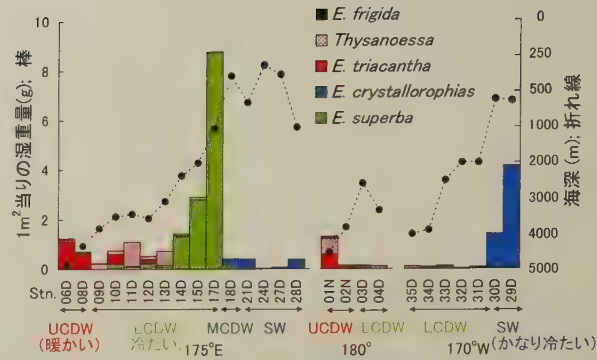


図1．３定線（それぞれ左側が北方沖合を示す）に沿った海深とオキアミ類の生物量の変化（Taki et al.（2008）の Figure 3 を改変）。

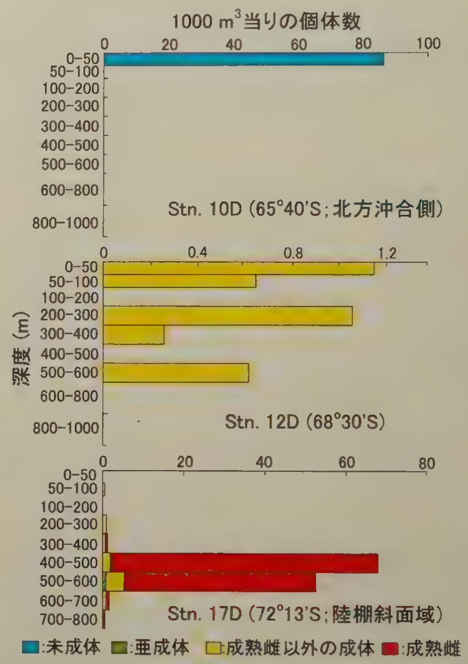


図2．175ºE 定線におけるナンキョクオキアミの分布深度（Taki et al.（2008）の Figure 7 を改変）。

引用文献

・Ainley, D.G., O'Connor, E.F., Boekelheide, R.J. (1984)：The marine ecology of birds in the Ross Sea, Antarctica. Ornithol. Monogr. 32：1-97

・Ainley, D.G., Ballard, G., Dugger, K.M. (2006)：Competition among penguins and cetaceans reveals trophic cascades in the Ross Sea, Antarctica. Ecology 87: 2080-2093

・Demer, D.A., Hewett, R.P. (1995)：Bias in acoustic biomass estimates of *Euphausia superba* due to diel vertical migration. Deep Sea Res. I 42：455-475

・Ichii, T., Shinohara, N., Fujise, Y., Nishiwaki, S., Matsuoka, K. (1998)：Interannual changes in body fat condition index of minke whales in the Antarctic. Mar. Ecol. Prog. Ser. 175：1-12

・Ichii, T., Bengston, J.L., Boveng, P.L., Takao, Y., Jansen, J.K., Hiruki-Raring, L.M., Cameron, M.F., Okamura, H., Hayashi, T., Naganobu, M. (2007)：Provisioning strategies of Antarctic fur seals and chinstrap penguins produce different response to distribution of common prey and habitat. Mar. Ecol. Prog. Ser. 344：277-297

・Nicol, S., Kitchener, J., King, R., Hosie, G., de la Mare, W.K. (2000)：Population structure and condition of Antarctic krill (*Euphausia superba*) off East Antarctica (80-150°E) during the Austral summer of 1995/1996. Deep-Sea Res. II 47：2489-2517

・Sala, A., Azzali, M., Russo, A. (2002)：Krill of the Ross Sea: distribution, abundance and demography of *Euphausia superba* and *Euphausia crystallorophias* during the Italian Antarctic Expedition (January-February 2000). Sci. Mar. 66：123-133

・Taki, K., Yabuki, T., Noiri, Y., Hayashi, T., Naganobu, M. (2008)：Horizontal and vertical distribution and demography of euphausiids in the Ross Sea and its adjacent waters in 2004/2005. Polar Biol. 31：1343-1356

（外洋生態系研究室・瀧　憲司）

Tweedie 分布のゼロ・キャッチ・データを含む CPUE 解析への応用

遠洋水産研究所平成 21 年度研究奨励賞受賞論文の紹介

Fisheries Research. 93（1-2）, 154-162（2008）, 庄野　宏

筆者は、今年度新たに創設された優れた原著論文(査読付き論文)に対して与えられる標記奨励賞をいただいた。

本奨励賞は遠水研内部の賞で対外的な効力がないとはいえ、栄誉ある賞をいただいたことに対して感謝している。そこで紙面をお借りして受賞論文を紹介させていただきたい。

水産資源分野における CPUE（catch per unit effort：単位努力量当たり漁獲量）は Catch/Effort と定義され、資源密度を表し相対資源量に比例する重要な概念である。

しかし、加工していない CPUE は季節、海区などの効果が含まれており、資源の増減傾向を把握するためには、これらの要因を除去し年効果に対応する部分の抽出が必要である。この操作を CPUE 標準化と呼び、共分散分析モデルなどが利用される。

$$\log(CPUE) = Intercept + Year + Area + Season + \text{Two way Interactions} + e,\ e \sim N(0, \sigma 2) \quad (1)$$

しかし、ゼロが多く含まれる混獲データ等の解析においては式 (1) の共分散分析モデルが使用出来ない（ゼロ・キャッチ問題)。そこで現状では幾つかの回避策が試みられている。

1. 全ての CPUE に微少量を足し込む方法（ad hoc な手法）

$$\log(CPUE+k) = Intercept + Year + Area + Season + \text{Two way Interactions} + e,\ e \sim N(0, \sigma 2) \quad (2)$$

2.Catch を応答変数に設定し、Poisson 分布や負の二項分布などの計数モデルを用いる方法

$$E[Catch] = Effort * \exp(Intercept + Year + Area + Season \cdots),\ Catch \sim Po(\lambda) \text{ or } NB(\alpha, \beta) \quad (3)$$

3. ゼロ・キャッチの割合を logistic 回帰（二項分布）等で推定し、非ゼロ部分に共分散分析や GLM（2 の Catch 型モデル）等を適用する二段階法（Delta 型 2 段階法と呼ばれている）

本論文では、ゼロ・データを統一的に取り扱える（確率過程の概念を利用し、複合 Poisson 分布の拡張である）Tweedie 分布に着目し、このモデルと既存の方法の比較を実際の漁業データを用いて行った。具体的には、ゼロ・データの割合が 80%以上を占める日本のはえ縄公庁船により漁獲される北太平洋クロトガリザメの漁獲量・努力量データ、およびその割合が 10%程度と少ないインド洋キハダにおける資源の日本のはえ縄漁船による漁獲量・努力量データを利用し、n-fold cross validation によりモデルの性能を比較した。比較のための指標として、観測

値とそれに対応する予測値のMSE（平均二乗誤差）及びPearsonの相関係数を使用した。

その結果、ゼロ・データの割合が高いサメ資源においては、Tweedieモデルの性能が非常に高く、次いでCatch-NB（負の二項分布）モデルとDelta型2段階法がほぼ同じ程度、応答変数に微少量を足し込むad hocな手法のそれは良くなかった（表1，図1）。また、これら4つの方法により推定されたCPUE年トレンドはかなり異なっていた（図2）。一方、ゼロ・データの割合が低いインド洋キハダ資源においては、Tweedieモデルの性能がわずかながら良くなったが、ad hocな手法との違いはそれほど大きくはなかった（表2，図3）。このことから、ゼロ・データを多く含むCPUE解析においてTweedie分布の利用は有効であり、既存の方法と比べてモデルの性能が良くなる傾向が確認された。今後はこのTweedie分布の利用しやすい形でのパッケージ化を目標にするとともに、今回取り上げられなかったZero-Inflatedモデルについて性能評価も含めて検討していきたい。

（数理解析研究室・庄野　宏）

表1 北太平洋クロトガリザメデータによるモデル性能評価

Model	Tweedie	Catch-NB	Delta2step	Ad hoc
相関係数	0.502	0.450	0.484	0.446
MSE	6,761	11,432	8,065	8,814

表2 インド洋キハダ漁獲データによるモデルの性能評価

Model	Tweedie	Ad hoc
相関係数	0.49	75.96
MSE	0.47	85.55

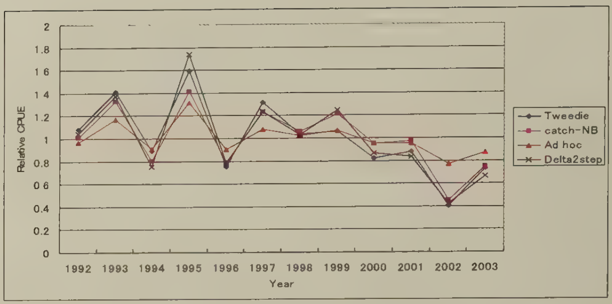
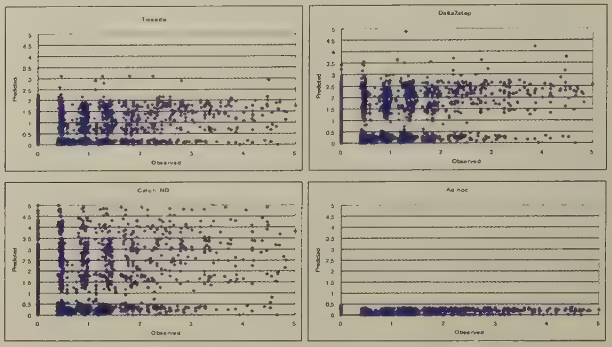


図1．北太平洋クロトガリザメのCPUE年トレンドの比較


図2．クロトガリザメ相関図（x軸-観測値，y軸-予測値，左上-Tweedie, 右上-Delta2, 左下-Catch-NB, 右下-Ad hoc）

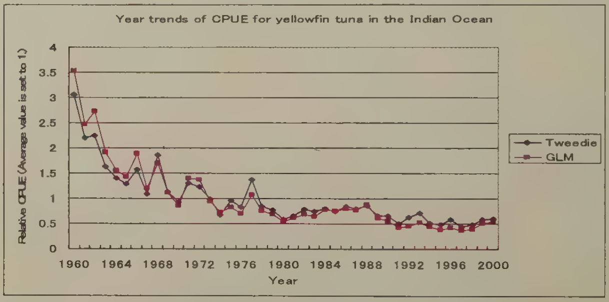


図3．インド洋キハダ資源のCPUE年トレンドの比較

COLUMN　ー日本計量生物学会奨励賞の受賞についてー

このたび2009年度日本計量生物学会奨励賞をいただくことができました。これはJournal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics、通称JABES、という雑誌に掲載されました“A resource selection model for analyzing pseudoreplicated data due to grouping behavior of animals（著者：岡村　寛・清田雅史・北門利英）”という論文が評価されてのことです。この論文では、集団行動に起因する擬似反復（pseudoreplication：実際には繰り返しが独立ではないのに、誤って独立としてデータを扱うこと）をもつ動物の資源選択データを分析する新しいモデルとそのモデルを使って推定を行うための新しい計算アルゴリズムの提案を行っております。ここで、資源選択というのは、動物が生息地や餌などの“資源”をどのように選択して利用しているかを調べる研究分野です。動物たちは言葉でこれが好きとかいった主張をすることはありませんので、彼らの行動の結果から動物の“好み”を推測することになります。思い起こせば、私が資源選択性の問題に興味をもったのは、今回の論文の共著者の一人である清田さんに水族館におけるオットセイの給餌実験のデータ分析の話を聞いたのが始まりでした。当時、統計分析についてよく分からないでいた私はそれを何とか論文にまとめあげたものの、ひどく不満の残るものでした。その論文の査読者のきつい言葉の数々が今でも忘れられません。なんとか資源選択性の分野で良い成果を上げて、見返したいものだと思いました。そして、当時の私にはどうすることもできませんでしたが、資源選択性の問題は研究分野としてとても魅力的なものに感じられました。物言わぬ動物からその好みを聞き出

せるなんて、ちょっとしたドリトル先生になった気分です。しかも、この場合、動物と直接話すわけではありません。動物の足跡などの痕跡から推測するのです。気分はむしろ、シャーロック・ホームズか明智小五郎か、です。きっともっと良い分析ができるはずだという思いと動物の資源選択という問題の魅力から、もっとこの問題を理解したいと強く考えるようになりました。その頃、水研内でシーズ研究といって、小額の予算でお試し的な研究課題を募集するという企画が始まっていました。清田さんと私が中心になって、とにかく資源選択性を勉強しよう、どこまでやれるかやってみようということで、1年間 Manly の教科書を読んだり、色々な資源選択性の論文を読み漁りました。そうして書いたのが、哺乳類科学に掲載されたレビュー論文ですが、これは我々が取り組んだ始めてのレビュー論文で、分かりやすく書くということに大変な労力をそそぎました。何度も何度も議論を重ね、その中で清田さんとの強い信頼関係のようなものが生まれていったように思います。レビュー論文が完成したとき、私の次の目標は資源選択性分析を使って原著論文を書くことでした。最初、私たちはトラッキングデータの擬似反復問題に注目しました。その問題を考えている中で、群れの情報がない場合に、データの変動から群れの構造を推定できないかというアイディアを思いつきました。これは私の専門分野である鯨類の個体数推定で使うモデルから来た発想でした。鯨類では通常、群れの情報は観測されるのですが、それが観測されない場合にも推定することができる情報がデータの中にあるのではないかと考えたのです。簡単なモデルを作って、試してみるとどうやらうまくいきそうでした。けれども、一般的な状況のモデルはかなり複雑な式になり、興味の対象である資源選択性パラメータの推定は簡単ではありません。ここで、統計推測の問題にぶちあたりました。色々文献を調べて、Monte Carlo EM（MCEM）アルゴリズムという方法が使えそうだということが分かりました。しかし、その方法で本当に良いのか自信がありませんでした。そこで、それ以前から統計分析について懇意に色々教えていただいていた東京海洋大学の北門さんに恐る恐るメールをしてみました。こういう問題があって、こう考えているんですが、どうでしょうか？（私、馬鹿ですか？）というような内容だったと思います。それが北門さんとの長い議論の始まりだったのです。たくさんの議論を重ねて、新しい MCEM アルゴリズム（multi-sequenced automated MCEM アルゴリズム）の考案を含む現在の論文ができあがりました。そのあと待っていたのは、雑誌編集者や査読者との長い長い戦いでした。やっと雑誌掲載が決まったときには、嬉しいというよりも、これで解放されるというほっとした気持ちの方がずっと大きかったです。出版されたときには、資源選択性の問題を知ってから、10年近くがたっていました。大変な難産だった論文ですが、私に多くのものを与えてくれた論文でもあります。この論文に取り組む中で、研究とは何か、論文とは何か、自分にできることは何か、など多くのことを考え、学ぶことができたような気がします。そして、清田さんや北門さんと何度も議論を繰り返したあの苦しかったときが、今ではとても楽しかった経験として思い出されます。出版されただけで十分満足なのですが、このような、研究者人生を終えるまでにあと何度そういう経験ができるのだろうか、と思わせてくれるような思い出深い論文で、今回、日本計量生物学会奨励賞をいただけましたことはまったく望外の喜びです。この研究に関わったすべての人たち、共著者の清田さん、北門さんはもちろん、議論につきあってくれた方々、雑誌の編集者、無名の査読者たちに心から感謝したいです。しかし、我々の資源選択性問題の探求はこれで終わったわけではありません。これからこの分野でもっともっと優れた研究を出せるように精進していきたいと思います。まだまだできることは山ほどあり、まだまだ満足にはほど遠いのです。我々の挑戦は続きます。

（鯨類管理研究室　岡村　寛）

COLUMN ―ローマ便り―

すっかりのご無沙汰です。皆様お元気でしょうか。職場に慣れたと思う間もなく仕事はどんどん積み上がり、加えてＦＡＯ機構改革がらみの書類作成という爆弾が次から次へ落ちてきて、連絡を差し上げる余裕もなくなっていました。面目ない。

政権交代が実現した日本。公務員制度、独立行政法人のあり方にメスを入れると明言していただけに、今後の動き、特に水産総合研究センターがどうなるのかはおおいに気にかかる。関係者の皆様はすでに散々振り回されている頃かも知れませんね。

ということで、今回はローマ暮しを満喫できるＦＡＯへのお誘いです。

ＦＡＯが居心地のいい職場かというと、傾げた首が戻

らなくなるので考えるのを止めておくが、ＦＡＯならではの仕事ややりがいがあるのも事実だ。現在水産局の技術職員は約 70 名。この人数で資源･漁業管理、漁労技術、船舶、地域コミュニティ管理、食糧確保、養殖技術と管理、食品加工、貿易、補助金問題、ＣＩＴＥＳ対応、地球温暖化対応等、水産に関連するありとあらゆる問題点に世界規模で対応し、ガイドラインや法律の準備、途上国への技術移転、システム整備のためのプロジェクト準備・運営に当たる。

現実の仕事の中身は政府を相手にした企画、運営、調整といった行政業務が中心で、面白そうなプロジェクトも実は準備と後始末は職員、技術的・専門的においしい中身の部分はコンサルタントに委託ということが多い。個々に抱える案件が多すぎて、時間のかかる作業はコンサルタントに任さざるを得ないのが実情だ。

それでも公海深海底魚漁業のガイドラインや寄港国管理措置法などの重要案件には水産局全体で対処する。ここでもＦＡＯが関わるのはドラフト準備までで、いったん加盟国に提出してしまえば後は事務局に徹する。それでも関わった案件が条約などの形で出来上がっていくのを見るとちょっと誇らしい気分になる。

広範な知識･経験と担当分野での専門知識､そして話す･書く両方を含めた言語能力。要求されるハードルは高いが、うまくチャンネルさえ合えば、日本人職員数が依然として適正数を下回っているのでチャンスはおおいにある。興味があればどんどん挑戦していただきたい。

ちなみにイタリアはユーロ経済圏の劣等生。失業率は高く、セーフティネットは低く、教育、生活水準、公共交通機関等々、ＥＵの統計が出るといつもイタリアの順位は下の方。しかも世界不況以降、状況はどんどん悪くなっているらしい。「らしい」などという言い方をするのは、当人のみならず、周りのイタリア人すらひたすら政府の文句は言うもののあっけらかんとしていて実感がないせいだ。気候はいい。食べ物はおいしい。レストランは高くても、市場へ行けば驚くほど安い値段で新鮮な肉、野菜、チーズ、果物、パンなどが手に入る。ストが多いとはいえ、公共交通機関もそれなりにちゃんとしている。野外映画、コンサートなど、無料の楽しみも結構ある。目の飛び出るような家賃も親がかりのイタリア人には関係のない話。公共病院も無料となれば、生活するだけならなんとかなってしまう。

そのせいもあってか、悪い時なりに切り詰めても楽しむことは絶対優先するのがイタリア気質。四六時中文句を言い議論はするものの特にへこむ様子もない。朝は朝の挨拶でまずおしゃべり、帰る前にもひとしきりおしゃべり、朝夕しっかり 30 分のコーヒーブレイク、昼はゆっくり１－２時間。ちょっと極端かな。でも自分のペースはめったに崩さない。仕事ものんびりペースになりがちだが、意外と責任感は強くプレッシャーにも強い。もう無理だろうという状況でも、けっこう最後のギリギリにはきちんと帳尻を合わせてくる。底力はたいしたものだ。

今年の夏は気が狂うような暑さだった。普段なら日が沈めばめっきり涼しくなるのが、夜になっても気温が下がらず日本並の熱帯夜状態。エアコンがほとんど普及していないこともあり昼間は鎧戸を降ろし室内に引きこもる。昼寝（シェスタ）を挟んで朝夕に仕事をするというスタイルは、ここでは実に合理的なのだと実感した。日本も天候不順とのこと、ストレスも多いご時世、頑張り過ぎは身体に毒です。イタリア式に少し力を抜いてみてはいかがでしょう。皆様のご活躍をお祈り申し上げます。

（温帯性まぐろ資源部　部付　辻　祥子）

COLUMN ―統計一口メモ―

【第5回】これまでの研究の概要と発表論文

今回の統計一口メモでは少し趣向を変えて、私が遠洋水産研究所に就職後行ってきたCPUE解析や付随する統計的モデル選択に関する研究の概要、および関連する原著論文（査読付き論文）について、ご紹介させていただきたい。本稿が、統計モデルを水産資源分野に応用する際の参考になれば幸いである。具体的には、主に次の5つに分類可能である。

1. 混合正規分布を用いた体長組成の年齢分解における成分数の推定
2. GLM による CPUE 解析におけるモデル選択 : 情報量規準と stepwise 検定の検討
3. 商業船（遠洋はえ縄船・海外まき網船など）の操業機器類が CPUE（漁獲効率）に与える影響の評価
4. データマイニング的なアプローチを用いた CPUE 標準化手法の検討
5. 様々な統計モデルを使用した CPUE 解析方法の検討

1 では体長組成の年齢分解におけるコンポーネント数の推定に関して通常のカイ二乗検定が使用出来ないこと

と、AICなどの規準を含む罰金付き尤度法が利用可能なことを明らかにした（庄野, 2006)。また、Bayes統計手法の有効性を示すとともに、成長曲線等の制約を課した構造モデルと制約のないフルモデルを融合したコンポーネント数推定手法の選択効率が良いことを示した（庄野, 2006)。

2では、回帰分析や分散分析の概念を一般化したGLMによるCPUE（Catch Per Unit Effort：単位努力量当たり漁獲量）の標準化（庄野, 2004）を例として、主にAIC（Akaike's Information Criteria：赤池情報量規準）に代表される情報量規準とカイ二乗検定やF検定のようなステップワイズ検定を用いたモデル選択手法について検討した。具体的な成果としては、主に次の4つが挙げられる。

1）小標本の場合に有限修正を施したc-AICの選択パフォーマンスが優れていることを計算機シミュレーションにより実証した(Shono, 2000: 庄野, 2008)。

2）大標本の場合に一致性を持つBIC, HQ, AICCなどの規準が真のモデルを選ぶ意味でAICよりも優れていることを計算機実験により示した（Shono, 2005: 庄野, 2008)。

3）ネスト構造を持つモデルにおいてAICを精密化した情報量規準TICのモデル選択におけるパフォーマンスが、正規分布の場合にAICと大差ないことを理論的に証明し、計算の複雑なTICを使う必要がないことを示した（庄野, 2001)。

4）情報量規準とstepwise検定の比較に関して、検定の順序が一意に決まる場合には両者の差がさほどないことと、検定の有意水準を極端に小さくした場合にモデルの仮定に関わらず単純なモデルが選択されることを示した（庄野, 2006)。

3では、漁船に装備されているソナーなどの探索機器やパワーブロックなどの操業機器、漁具の規模などがCPUEに与える影響についての解析を操業データから資源密度に対応する年変動の効果を取り出す作業であるCPUE標準化（庄野, 2004）に組み込んで行なった。GLMによる解析の結果、大部分は過去の知見と一致したが、一部では操業機器を装備しない場合にCPUEが高くなるという負の効果も表れたため、共分散構造分析やグラフィカルモデリング、傾向スコアなどの新しい手法の必要性を考える契機となった（庄野, 2008)。

4では、CPUE標準化（操業の無いセルの予測およびCPUE年トレンドの抽出）をミナミマグロ資源に対してデータマイニング的な手法(樹形モデルとニューラルネットワーク）を用いて行ない、GLMによる結果と比較した（庄野・椿, 2006)。

5では、様々な統計モデルによるCPUE解析手法の開発および改良を試みている。4と同じミナミマグロデータによる予測と要因分析をサポートベクター回帰により行い、ニューラルネットワークによる結果との比較をn-fold cross-validationによる精度評価により行った（Shono, 投稿中)。

その他の問題として、ニューラルネットワークによる（操業がない時空間の）ミナミマグロCPUE予測と付随する要因分析手法の開発（CPUE年トレンド抽出）（庄野・椿, 2006)、及びゼロ・データの統一的な解析手法としてTweedie回帰モデルによる混獲データのCPUE解析への適用を行い、共分散分析モデルやCatch-計数回帰モデルとの計算機実験による比較を通じてTweedie分布の有意性を実証した（Shono, 2008a; Shono, 2009)。また、Delta型2段階法（漁獲がゼロか否かをlogistic回帰等でモデル化し、正の場合のCPUEに正規分布等を当てはめる方法）における信頼区間推定法を提案した（Shono, 2008b)。詳細は以下の論文及びHP（URL http://cse.fra.affrc.go.jp/hshono）をご参照いただきたい。

引用文献

（紙面節約のため、論文タイトルを省略しました）

- 庄野　宏（2000）：遠洋水産研究所報告, 37：1-8
- Shono, H.（2000）：*Fisheries Science*, 66(3)：608-610
- 庄野　宏（2001）：遠洋水産研究所報告, 38：21-28
- 庄野　宏（2004）：水産海洋研究, 68(2)：106-120
- Shono, H.（2005）：*Fisheries Science*, 71(5)：978-986
- 庄野　宏・椿　広計（2006）：計量生物学, 27(1)：35-53
- 庄野　宏（2006）：計量生物学, 27(1)：55-67
- 庄野　宏（2008）：[博士号論文]. 水産総合研究センター研究報告, 22：1-85（博士号は2006年7月に筑波大学にて取得）
- Shono, H.（2008a）：*Fisheries Research*, 93（1-2）：154-162
（遠洋水産研究所平成21年度研究奨励賞受賞論文）
- Shono, H.（2008b）：*Fisheries Science*, 74(4)：712-717
- Shono, H.（2009）：*Fisheries Research*, 97（1-2）：150
- Shono, H.（投稿中）：水産関係の英文雑誌

（数理解析研究室・庄野　宏）

刊行物ニュース（平成18年11月～平成18年12月:2006）

（下線を付けた著者は遠洋水産研究所の研究者を示す）

Ando N., Sakai, M. and Sakurai, Y.（2006）：Trace-element analysis of Steller sea lion *(Eumetopias jubatus)* teeth using a scanning X-ray analytical microscope. Mammal Study,31：p65-68

Hayashi, K., Yoshida, H., Nishida, S., Goto, M., L. A. Pastene, Kanda, N., Baba,Y. and Koike, H.（2006）：Balancing selection of the MHC DQB locus in the finless porpoise.Zoological Science,23： p 147-153

一井太郎（2006）：イカ流し網漁業．水産総合研究センター編『水産大百科事典』，朝倉書店 ,p236-238

Ichii, T., Mahapatra, K.,Okamura, H. and Okada, Y.（2006）：Stock assessment of the autumn cohort of neon flying squid *(Ommastrephes bartramii)* in the North Pacific based on past large-scale high seas driftnet fishery data. Fisheries Research,78：p286-297

市川忠史・瀬川恭平・寺崎 誠（2006）：VPRII を用いた親潮域および黒潮・親潮移行域中表層におけるクラゲ類，クシクラゲ類の現存量および鉛直分布特性．水産海洋研究 ,70（4）,p240-248

Kawaguchi, S., S. G.. Candy, King, R., Naganobu, M. and Nicol, S.（2006）：Modeling growth of Antarctic krill. I. Growth trends with sex, length, season, and region. Marine Ecology Progress Series,306： p 1-15

川原重幸・永延幹男（2006）：遠洋底引き網漁業．水産総合研究センター編：水産大百科事典

Kitagawa, T., Aida Sartimbul, Nakata, H., Kimura, S., Yamada, H. and Nitta, A.（2006）：The effect of water temperature on habitat use of young Pacific bluefin tuna Thunnus orientalis in the East China Sea. Fisheries Science,72（6）：p1166-1176

Kitakado, T., Skaug, H. J. and Okamura, H.（2006）：Additional result on the estimation of additional variance.The Journal of Cetacean Research and Management,8（Supplement）：p85

松永浩昌・中野秀樹（2006）：外洋性サメの資源状態．月刊海洋 , 号外（45）：p136-142

松永浩昌・中野秀樹（2006）：ワシントン条約の経過とサメ類の保護・管理．月刊海洋 , 号外（45）：p150-154

永延幹男（2006）：南極の氷は海面を上昇させているのか？ NEUTRAL,6：p62-63

中野秀樹・松永浩昌・Shelley, C.・仙波靖子（2006）：大西洋で初めて実施された外洋性サメ類の資源評価－ ICCAT サメ類資源評価ワークショップ－月刊海洋 , 号外（45）：p143-149

南部有美子・広瀬 純・久保信隆・木白俊哉・四宮明彦（2006）：鹿児島湾におけるミナミハンドウイルカの出現位置および頭数．鹿児島大学水産学部紀要 ,55：p51-60

酒井光夫（2006）：海外イカ釣り漁業．水産総合研究センター編『水産大百科事典』，朝倉書店 ,p257-259

Okamura, H., Minamikawa, S. and Kitakado, T.（2006）：Effect of surfacing patterns on abundance estimates of long-diving animals. Fisheries Science,72（3）：p631-638

押谷俊吾・中野秀樹・松永浩昌（2006）：南半球における外洋性サメ類の資源状態．月刊海洋 , 号外（45）：p128-135.

酒井光夫（2006）：国際頭足類諮問委員会シンポ・ワークショップ「実験動物としての頭足類」に参加して 頭足類の実験研究にも動物倫理が要求される日が来るのか？日本水産学会誌 ,72：p755

Sakaji, H., Honda, H. and Nashida,K.（2006）：Growth and ontogenetic migration of greeneye *Chlorophtalmus albatrossis* in Tosa Bay, Pacific Coast of South-Western Japan.Fisheries Science,72： p 1250-1255

佐藤 圭介（2006）：海域におけるマグロ類の初期成長と分布・移動（ミニシンポジウム クロマグロの初期発育と種苗生産－現状と展望－）. 日本水産学会誌 ,72（5）：p939-940

瀬川恭平・市川忠史（2006）：海洋観測調査．水産大百科事典 ,p63-66

仙波靖子・中野秀樹・青木一郎（2006）：北太平洋におけるアオザメの年齢・成長および資源に関する研究．月刊海洋 , 号外（45）：p104-111

島田裕之（2006）：日本南極地域観測隊第 46 次隊報告．海洋生物 ,p26-27,66-68

Shimose, T., Shono, H., Yokawa, K., Saito, H. and Tachihara, K.（2006）：Food and feeding habits of blue marlin, *Makaira nigricans*, around Yonaguni island, southwestern Japan.Bulletin of Marine Science,79： p 761-775

庄野 宏（2006）：モデル選択手法の水産資源解析への応用－情報量規準とステップワイズ検定の取り扱い－計量生物学 ,27（1）：p35-53

庄野 宏・椿 広計（2006）：ニューラルネットワークによる水産資源解析－ CPUE 予測と要因分析の試み－計量生物学 ,27（1）：p55-67

Taki, K.（2006）：Biomass and production of the euphausiid *Euphausia pacifica* along the coastal waters off north-eastern Japan. Fisheries Science. 72（2）：p221-232

Taki, K.（2006）：Seasonal changes in spawning and distribution of Euphausia pacifica Hansen along the coastal areas off northeastern Japan. 水産海洋研究 ,70（1）： p 1-9

Taki, K.（2006）：Studies on fisheries and life history of *Euphausia pacifica* Hansen off northeastern Japan. Bulletin of Fisheries Research Agency,18：p41-165

Tanaka,Y., Satoh,K., Iwahashi,M. and Yamada,H.（2006）：Growth-dependent recruitment of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* in the northwestern Pacific Ocean. Marine Ecology Progress Series,319：p225-235

Wakabayashi T., Suzuki N., Sakai M., Ichii T. and Chow S.（2006）：Identification of ommastrephid squid paralarvae collected in northern Hawaiian waters and phylogenetic implications for the family Ommastrephidae using mtDNA analysis. Fisheries Science,72（3）：p494-502

Watanabe, H., Kubodera, T. and Kawahara, S.（2006）：Summer feeding habits of the Pacific pomfret *Brama japonica* in the transitional and subarctic waters of the central North Pacific. Journal of Fish Biology,68：p1436-1450

Watanabe, H., Kubodera, T., Moku, M. and Kawaguchi, K.（2006）：Diel vertical migration of squids in the transition region of the western North Pacific. Marine Ecology Progress Series, 315：p187-197

渡邊 光・李 雅利（2006）：深海魚ハダカイワシ科魚類の生態 . In：魚類環境生態学入門 - 渓流から深海まで、魚の棲みかのインターアクション－（猿渡敏郎編），p177-197. 東海大学自然科学叢書 No. 2, 東海大学出版会 ,330 pp.

Watanabe,K, Sakuramoto,K., Minami,T. and Suzuki,N. (2006)：Population dynamics and catch forecasts of sandfish Arctoscopus japonicus in the western Sea of Japan. 水産海洋研究 ,70 (4)：p221-228

(平成 19 年 1 月～平成 19 年 12 月：2007)

芦田拡士・田邉智唯・鈴木伸洋 (2007)：卵巣の組織学的観察による中西部熱帯太平洋におけるカツオの成熟と産卵生態の推定. 日本水産学会誌 ,73 (3)：p437-442

芦田拡士・田邉智唯・間野伸宏・廣瀬一美・鈴木伸洋 (2007)：中西部太平洋熱帯域のカツオ卵巣に観察された微胞子虫様寄生体（短報）. 日本水産学会誌 ,73 (5)：p 916-918

Chow S, Clarke S, Nakadate,M. and Okazaki M. (2007)：Boundary between the north and south Atlantic populations of the swordWsh *(Xiphias gladius)* inferred by a single nucleotide polymorphism at calmodulin gene intron. Marine Biology,152：p 87-93

Figueroa, D.E., Brunetti, N.E. and Sakai,M. (2007)：The southernmost record of notacanthiform *Tiluropsis leptocephali*, with notes on possible species identity. JMBA2 Biodiversity Records (Published on-line) ,5580：p1-4

Ichii, T., Bengtson, J.L., Boveng, P.L., Takao, Y., Jansen, J.K., Hiruki-Raring, L.M., Cameron, M.F., Okamura, H., Hayashi, T. and Naganobu, M. (2007)：Provisioning strategies of Antarctic fur seals and chinstrap penguins produce different responses to distribution of common prey and habitat. Marine Ecology Progress Series,344：p277-297

金治 佑・渡邊良朗 (2007)：対馬暖流域におけるマアジの初期生態 . 月刊海洋 ,39：p561-565

香山 薫・米崎史郎 (2007)：飼育下マイルカ科鯨類及びキタオットセイの血液凝固に関する測定値. 哺乳類科学 ,47 (2)：p221-225

Kayama, S., Tanabe, T., Ogura, M., Okuhara, M., Tanaka, S. and Watanabe, Y. (2007)：Validation of daily ring formation in sagittal otolith of late juvenile skipjack tuna Katsuwonus pelamis.Fisheries Science,73 (4)：p958-960

Kimura M, Yanagimoto T. and Munehara H. (2007)：Rapid and efficient materila identification of hybrid eggs in three Hexagrammos species with multiplex polymerase chain reaction with species specific primer (PCR-SSP) analysis of mitochondrial. Aquatic Biology.

Kishiro, T. (2007)：Geographical variations in the external body proportions of Baird's beaked whales *(Berardius bairdii)* of f Japan. Journal of Cetacean Research and Management,9 (2)：p 89-93

Kitakado, T., Butterworth, D.S., and Okamura, H. (2007)：An integrated approach for the estimation of abundance through a random-effects model. The Journal of Cetacean Research and Management 9 (Supplement) , p424-425.

清田雅史 (2007)：まぐろ漁の混獲問題. 河野博・茂木正人監修・編 , 食材魚貝大百科別巻 1 マグロのすべて , 平凡社 ,p155-156.

古賀元章・毛利雅彦・西田 勤 (2007)：インド洋におけるメバチの生態 Ecology of Bigeye Tuna in the Indian Ocean. 水産大学出版（英語教科書）,p1-99

Kubodera, T., Watanabe, H. and Ichii, T. (2007)：Feeding habits of the blue shark, *Prionace glauca*, and salmon shark, *Lamna ditropis*, in the transition region of the Western North Pacific. Reviews in Fish Biology and Fisheries,17：p111-124

Liu, M. ・高 天翔・柳本 卓・桜井泰憲 (2007)：中日太平洋鰊形態学的比較研究. Periodical of Ocean University of China,37：p131-136

Matsumoto, T., Satoh,K., Semba,Y. and Toyonaga,M. (2007)：A study of the swimming behavior of skipjack and small yellowfin and bigeye tunas around drifting FADs to develop mitigation measures reducing the incidental catch of juvenile yellowfin and bigeye tunas. PFRP Newsletter,12 (2)：p3-6

Minamikawa, S., Iwasaki, T. and Kishiro, T. (2007)：Diving behavior of a Baird's beaked whale, *Berardius bairdii*, in the slope water region of the western North Pacific：first dive records using a data logger. Fisheries Oceanography,16 (6)：p 573-577

毛利雅彦・西田 勤・深田耕一・寺島達郎 (2007)：西部太平洋熱帯海域における表中層のキハダの釣獲・成熟状況. 数理水産科学 ,5 (1)：p53-62

Moltschaniwskyj, N.A., K. Hall, M. Lipinski, J.E. Marian, V. Miske, Nishiguchi, M., Sakai, M., D. Shulman, B. Sinclair, D. Sinn, M. Staudinger, R.V. Gelderen, R. Villanueva, K. Warnke (2007)：Ethical and welfare considerations when using cephalopods as experimental animals. Reviews in Fish Biology and Fisheries,17：p455-476

宮部尚純 (2007)：第 1 回まぐろ類地域漁業管理機関合同会合報告 - 効率的な資源の保存と漁業の管理に向けて. 日本水産学会誌 ,73(4)：p 792-794

Murase, H., Tamura, T., Kiwada, H., Fujise, Y., Watanabe, H., Ohizumi, H., Yonezaki, S., Okamura, H., and Kawahara, S. (2007)：Prey selection of common minke and Bryde's whales in the western North Pacific in 2000 and 2001. Fisheries Oceanography,16 (2)：p186-201

Nashida,K., Sakaji,H. and Honda,H. (2007)：Spawning seasons of adult and growth of 0-year-old deepsea smelt *Glossanodon semifasciatus* in Tosa Bay, Pacific coast of Shikoku. 水産海洋研究 ,71 (4)：p 270-278

Nishida, T., Chen, D-G. and Mohri, M.(2007)：Fuzzy logic analyses for the spawner-recruitment relationship of bigeye tuna *(Thunnus obesus)* in the Indian Ocean incorporating the environmental regime shift. Ecological modeling,203 (1)：p132-140

Nishida, T., Kailola, P.J. and Caton, A. (Editors) (2007)：GIS/Spatial Analyses in Fishery and Aquatic Sciences (Vol. 3). International Fishery GIS Society (ISBN：4-9902377-1-4) ,3：p488

Nishida, T., Maeden, G. and Itoh, K. (2007)：Application of geographical information systems (GIS) to fisheries resources management：current situation and prospects. 第 1 回日台漁業セミナー (2006) 論文集 ,p14

岡村 寛 (2007)：Ecopath/Ecosim モデル . 水産海洋研究 ,71：p223

Okamura, H. and An, Y.-R. (2007)：Estimation of g (0) in Korean line transect surveys. The Journal of Cetacean Research and Management 9 (Supplement) ,p186-187.

Okamura, H., Kitakado, T., and Butterworth, D. S. (2007)：Approximate calculation of sub-area level additional CVs based on revised abundance estimates for conditioning of ISTs. The Journal of Cetacean Research and Management 9 (Supplement) ,p123.

Plaza,G., Sakaji,H., Honda,H., Hirota,Y. and Nashida,K. (2007)：Spawning pattern and type of fecundity in relation to ovarian allometry in the round herring Etrumeus teres. Marine Biology,152：p 1051-1064

Semmens, J.M., Pecl, G.T., Gillanders, B.M., Waluda, C.M., Shea, E.K., Jouffre, D., Ichii, T., Zumholz, K., Katugin, O.N., Leporati, S.C.

and Shaw P.W.（2007）：A approach to resolving cephalopod movement and migration patterns. Reviews in Fish Biology and Fisheries,17：p401-423
下瀬 環・石原 元（2007）：現存する日本産ノコギリエイの標本．板鰓類研究会報，43：p22-23
Shimose, T., Yokawa,K., Saito,H. and K. Tachihara,K.（2007）：Evidence for use of the bill by blue marlin, *Makaira nigricans*, during feeding.Ichthyological Research,54： p 420-422
Shirakihara, M., Yoshida, H., Yokochi, H,. Ogawa, H., Hosokawa, T., Higashi, N. and Kasuya, T.（2007）：Current status and conservation need of dugongs in southern Japan. Marine Mammal Science,23（3）： p 694-706
Taki, K.（2007）：Seasonal and interannual variations in abundance of *Euphausia pacifica* off north-eastern Japan. Fisheries Science,73（5）： p 1094-1103
Taki, K.（2007）：Seasonal changes in distribution and abundance of euphausiids in the coastal area of north-eastern Japan. Fisheries Science,73（3）： p 522-433
Tanaka, Y.,Mohri,M. and Yamada,H.（2007）：Distribution, growth and hatch date of juvenile Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* in the coastal area of the Sea of Japan. Fisheries Science,73：p534-542
若林敏江（2007）：イカの子の親探し．「泳ぐ DNA」猿渡敏郎編、東海大学出版会，p93-110
Wakabayashi, T., Kubodera, T., Sakai, M., Ichii, T and Chow, S.（2007）：Molecular evidence for synonymy of the genera Moroteuthis and Onykia and identification of their paralarvae from northern Hawaiian waters. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom,87：p959-965
山田陽巳（2007）：本の紹介（海の利用と保全　宮崎信之・青木一郎（編））．水産海洋研究 71（2）：p158
山田陽巳・山本憲一・新田 朗（2007）：長崎農林水産統計に基づく長崎県におけるひき縄漁業によるクロマグロ漁獲量の推定．水産海洋研究 71（2）：p122-130
Yokota, K., Minami, H. and Nobetsu, T.（2007）：Research on mitigation of the interaction of sea turtle with pelagic longline fishery in the western North Pacific. Proceedings on the 3rd International Symposium on SEASTAR2000 & Bio-logging Science（The 7th SEASTAR2000）,p3-8
柳本 卓（2007）：Box 1 カニの交尾栓の話．「泳ぐ DNA」猿渡敏郎編、東海大学出版会，p74-76
柳本 卓（2007）：SSP-PCR 分析によるクリガニ科３種の種判別．日本水産学会誌，73（5）：p872-879
柳本 卓(2007)：第３章　意外と知られていないカニの種類と DNA 分析による種判別．「泳ぐ DNA」猿渡敏郎編、東海大学出版会，p53-73
柳本 卓・高 天翔・小林敬典（2007）：ソウハチのミトコンドリア DNA を用いた多型解析．DNA 多型，15：p184-188

（平成 20 年 1 月〜平成 20 年 12 月：2008）

阿部 寧・南 浩史（2008）：海亀類の混獲対策－海亀個体群の状況と包括的アプローチ．日本水産学会誌，74：p230-233
芦田拡士・田邉智唯・鈴木伸洋・福井 篤・田中 彰（2008）：中西部熱帯太平洋におけるカツオの産卵頻度とバッチ産卵数の推定．日本水産学会誌，74（5）：p802-808
Eastwood, P.D., Meaden, G.J., Nishida, T. and Rogers, S.I.（2008）：Understanding and managing marine fisheries with the aid of a digital map, In Advances in Fisheries Science. 50 years on from Beverton and Holt. Blackwell Publishing, Oxford. xxi + 547 pp,：p 85-103
Eddrisea, F.,Nugroho, D., Fujiwara, S., Itoh, K.and Nishida, T.（2008）：Atlas of Tuna Fisheries and Resources in Indonesia（Indian Ocean）．海外漁業協力財団　IOTC まぐろ漁業・資源アトラス（第２巻）：63pp.
Endo, Y., Yamano, F. and Taki, K.（2008）：Plankton and Bethos Research,3：p46-49（Short note）
Ichinokawa, M., Coan Jr. A. L. and Takeuchi, Y.（2008）：Transoceanic migration rates of young North Pacific albacore, *Thunnus alalunga*, from conventional tagging data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science,65：p1681-1691.
Jaiyen, T., Nootmorn, P., Fujiwara, S., Itoh, K. and Nishida, T.(2008)：Atlas of Tuna Fisheries and Resources in Thailand（Andaman Sea and Indian Ocean）．海外漁業協力財団　IOTC まぐろ資源・漁業アトラス（第１巻）：64pp.
木白俊哉（2008）：日本の沿岸性鯨類－沿岸に根付くニタリクジラ．p51-74（監修）大泰司紀之・三浦慎吾、（編）加藤秀弘．日本の哺乳類学第３巻水生哺乳類．東京大学出版会．293pp
清田雅史・南 浩史（2008）：船舶調査から推定した日本周辺におけるアホウドリの海上生息域．山階鳥類学雑誌，40：p1-12
清田雅史・塩出大輔（2008）：まぐろ延縄漁業における混獲回避．日本水産学会誌，74：p219
清田雅史・米崎史郎（2008）：大型海洋動物のトラッキング技術の発達と解析上の問題点．水産海洋研究，72（3）：p242-243
清田雅史・米崎史郎・香山 薫・古田 彰・中島将行（2008）：飼育下のラッコの成長・相対成長とその雌雄差．哺乳類科学，48（2）：p225-263
Kiyota, M., Insley, S. J.and Lance, S. L.（2008）：Effectiveness of territorial polygyny and alternative mating strategies in northern fur seals, *Callorhinus ursinus*. Behavioral Ecology and Sociobiology,62（5）：p739-746
Liming Song , Ji Zhou ,Yingqi Zhou , Nishida, T.,Wenxin Jiang and Jiaqiao Wang（2008）：Environmental preferences of bigeye tuna, *Thunnus obesus*, in the Indian Ocean：an application to a longline fishery. Environmental Biology of Fishes, 85：p153-171
南 浩史・清田雅史・宮本 波（2008）：海鳥類・海亀類の回遊と摂餌特性．富永修・高井則之（編）安定同位体スコープで覗く海洋生物の生態－アサリからクジラまで．水産学シリーズ，159：p137-159
Miwa, S., Kamaishi, T., Matsuyama, T., Hayashi T. and Naganobu M.（2008）：Histopathology of Antarctic krill, *Euphausia superba*, bearing black spots. Journal of Invertebrate Pathology, 98：p280-286
宮本俊和・人見三郎・南 浩史（2008）：混獲回避技術の漁業現場への普及．日本水産学会誌，74：p241-243
宮下富夫（2008）：資源の動向を探る - 鯨類目視調査 -、p.177-202、In：加藤秀弘編、日本の哺乳類③水生哺乳類、東京大学出版会，294pp.
永島 宏・村瀬弘人・米崎史郎・松倉隆一・南 憲吏・永木利幸・川原重幸・宮下和士（2008）：仙台湾周辺における計量魚探を用いた鯨類餌生物の種判別．宮城県水産研究報告，8：p15-25
中島将行・香山 薫・古田 彰・清田雅史（2008）：飼育下のアラスカラッコの外部形態計測記録．動物園水族館雑誌，49：p15-20
中野秀樹・北村 徹・松永浩昌（2008）：サメ保護と資源管理．日本水産学会誌，74（2）：p222-225
西田 勤（2008）：第５章　漁業とＧＩＳ．ビジネス・行政のためのＧＩＳ（朝倉書店：シリ - ズＧＩＳ４巻）,p55-72
Okamura, H., Iwasaki, T., and Miyashita, T.（2008）：Toward sustainable management of small cetacean fisheries around Japan.

Fisheries Science, 74 (4) : p718-729
岡村 寛・北川貴士・米崎史郎・清田雅史（2008）：総合討論：大型海洋動物のトラッキングデータの解析手法：最近の発展．水産海洋研究 ,72（3）：p251-253
Okamura, H., Kiyota, M. and Kitakado, T. (2008) : A resource selection model for analyzing pseudoreplicated data due to grouping behavior of animals. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics,13 (3) : p294-312
岡村 寛・岡崎 誠・余川浩太郎（2008）：海洋環境情報とアーカイバルタグデータを利用したメカジキ移動経路の推定．水産海洋研究 ,72（3）：p250
酒井光夫（2008）：平成 20 年度における海外イカの資源状況とそれをとりまく研究体制．全国いか組合報 ,483：p40-47
Satoh, K, Tanaka, Y. and Iwahashi, M (2008) : Variations in the instantaneous mortality rate between larval patches of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* in the northwestern Pacific Ocean, Fisheries Research,89 : p248-256
Shimose, T., Yokawa,K., Saito,H. and Tachihara,K. (2008) : Seasonal occurrence and feeding habits of black marlin, Istiompax indica, around Yonaguni Island, southwestern Japan.Ichthyological Research,55 : p 90-94
Shirakihara, M. and Yoshida, H. (2008) : Food Habits of finless porpoises Neophocaena phocaenoides in western Kyusyu, Japan. Journal of Mammalogy,89 (5) : p1248-1256
Suyama, S., Oshima, K., Nakagami, M. and Ueno, Y. (2008) : Seasonal change in the relationship between otolith radius and body length in age-zero Pacific saury Cololabis saira..Fisheries Science,75 (2) : p325-333
Suzuki, M., Endo, N., Nakano, Y., Kato, H., Kishiro, T. and Asahina, K. (2008) : Localization of aquaporin-2, renal morphology and urine composition in the bottlenose dolphin and the Baird's beaked whale. Journal of Comparative Physiology B,178 : p 149-156
庄野 宏（2008）：統計モデルとデータマイニング手法の水産資源解析への応用［博士号論文］．水産総合研究センター報告 ,22：p1-85
Shono, H. (2008) : Application of the Tweedie distribution to zero-catch data in CPUE analysis. Fisheries Research,93 (1-2) : p154-162
Shono, H. (2008) : Confidence interval estimation of the CPUE year trend in the delta-type two-step model. Fisheries Science,74(4) : p712-717
Takahashi, K., Kobayashi, M., Kawaguchi, S., Saigusa, J., Tanimura, A., Fukuchi, M., Naganobu, M. and Toda, T. (2008) : Circumpolar occurrence of eugregarinid protozoan *Cephaloidophora pacifica* associated with Antarctic krill, *Euphausia superba*. Antarctic Science, 20 : p437-440
Taki, K., Yabuki, T., Noiri, Y., Hayashi, T. and Naganobu, M. (2008) : Horizontal and vertical distribution and demography of euphausiids in the Ross Sea and its adjacent waters in 2004/2005. Polar Biology,31 (11) : p1343-1356
Taki, K. (2008) : Vertical distribution and diel migration of euphausiids from Oyashio Current to Kuroshio area off northeastern Japan. Plankton and Benthos Research ,3 (1) : p 27-35
Tanaka,Y, Satoh, K, Yamada, H, Takebe T, Nikaido, H. and Shiozawa, S (2008) : Assessment of the nutritional status of field-caught larval Pacific bluefin tuna by RNA/DNA ratio based on a starvation experiment of hatchery-reared fish. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology ,354 : p56-64
若林敏江・柳本 卓・酒井光夫・一井太郎・三木克弘・小林敬典（2008）：mtDNA COI 領域を用いたイカ加工製品の原料種判別．DNA 多型 ,16：p144-146
Watanabe, H., Kubodera, T., Ichii, T., Sakai, M., Moku, M. and Seitou, M. (2008) : Diets and maturity stages of neon flying squid *Ommastrphes bartramii* in the Kuroshio-Oyashio transition region of the western North Pacific during autumn and spring. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,88 : p381-389
柳本 卓・小林敬典（2008）：DNA 分析によって推測されたスケトウダラの集団構造．DNA 多型 ,16：p135-139
柳本 卓・小林敬典（2008）：mtDNA の PCR-RFLP 分析によって推測されたクサカリツボダイの集団構造．日本水産学会誌 ,73（3）：p412-420
Yaumi, K., Yanagimoto, T. and Kobayashi, I. (2008) : Deviation age of a deep-sea demersal fish, *Bothrocara hollandi*, between the Japan Sea and the Okhotsk Sea. Molecular Phylogenetics and Evolution,49 : p682-687
横田耕介・清田雅史（2008）：海鳥類の混獲回避技術－近年の取り組み．日本水産学会誌 ,74（2）：p226-229
Yonezaki, S., Kiyota, M. and Baba, N. (2008) : Decadal changes in the diet of northern fur seal *(Callorhinus ursinus)* migrating off the Pacific coast of northeastern Japan. Fisheries Oceanography,17 (3) : p231-238
Yongshuang, X. and Yanagimoto, T. (2008) : Genetic variation and population structure of willowy flounder *Tanakius kitaharai* collected from Aomori, Ibaragi and Niigata in north Japan. African Jouranl of Biotechnology,7 (21) : p3836-3844
Zhiqiang, H. and Yanagimoto, T. (2008) : Deep phylogeographic break among white croaker *Pennahia argentata* (Sciaenidae, Perciformes) populations in North-western Pacific. Fisheries Science,74 (4) : p770-780
Zhiqiang, H. and Yanagimoto, T. (2008) : Genetic population structure of *Nibea albiflora* in Yellow Sea and East China Sea. Fisheries Science,74 (3) : p544-552

遠洋水産研究所主な出来事（平成20年10月1日～平成21年3月31日）

●国際会議

月	用　　務	出張先
10	CCSBT 年次会合等（伊藤）	オークランド（ニュージーランド）
10	「ウミガメ類の栽培漁業のための研究」に関する第3回地域技術専門家会議（南）	クアラルンプール（マレーシア）
10	第5回世界水産学会議（魚住、本多、宮部、西田、余川、竹内、田邉、松本、仙波、黒田、市野川）	横浜市
10	CCAMLR 魚類作業部会及び年次会合（一井）	ホバート（豪）
10	IOTC 生態系混獲作業部会（松永）	バンコク（タイ）
10	IOTC 熱帯性まぐろ作業部会（西田、岡本、庄野）	バンコク（タイ）
11	FAO サメワークショップ（中野）	ローマ（伊）
11	IATTC 特別会合等（岡本）	ラホヤ（米）
11	ISC カジキ類作業部会メカジキ資源構造小作業部会（余川、市野川）	ホノルル（米）
11	ICCAT 第16回特別会合（宮部）	マラケシュ（モロッコ）
11	IOTC 科学委員会（岡本）	ビクトリア（セーシェル）
11	IOTC 科学委員会及び IOTC・OFCF 事業打合せ（西田）	ビクトリア（セーシェル）
12	WCPFC 年次会合（魚住、本多）	釜山（韓国）
12	ISC クロマグロ作業部会（本多、宮部、田邉、余川、竹内、佐藤、大島、市野川）	石垣市
1	ISC 混獲作業部会（清田、南）	ホノルル（米）
2	ISC カジキ類作業部会会合（余川）	ホノルル（米）
2	本部国際共同研究「まぐろはえ縄食害緩和手法開発」：豪州共同研究者らとの共同作業、実験、検討会（西田）	ケアンズ（豪）
2	第36回太平洋海鳥グループ年次大会（本多、清田、余川、南）	函館市
3	北西太平洋海域における公海底魚漁業管理に関する第6回政府間協議（魚住、柳本）	釜山（韓国）
3	ICCAT 資源評価手法作業部会（竹内）	マドリッド（スペイン）
3	メカジキ CPUE 標準化に関する研究打合せ（市野川）	ホノルル（米）
3	WCPFC 第3回地域オブザーバー調査計画会合（宮部）	グアム（米）
3	太平洋クロカジキ日台米はえ縄 CPUE 比較研究打合せ（余川）	高雄、台北（台湾）

●学会・研究集会

月	用　　務	出張先
10	国際海洋環境シンポジウム2008（高橋）	東京都
10	第24回個体群生態学会（岡村）	東京都
10	第18回クロマグロ養成技術交流会、世界水産学会サテライトシンポジウム（竹内）	横浜市
11	水産海洋学会研究大会（酒井、高橋、魚﨑、竹内）	東京都
11	DNA 多型学会（柳本）	東京都
11	平成20年度日本水産学会中部支部大会（魚住、本多、中野）	上田市
11	開洋丸2007年度調査の事後分析打合せ及び国際研究集会（酒井）	カヤオ（ペルー）、コキンボ（チリ）
11	東京海洋大学現代 GP シンポジウム「リテラシー教育に期待する人材育成の将来像」（魚住）	東京都
12	東京大学海洋研究所共同利用研究集会「ゾーニング：使い分けや棲み分けによる漁場・資源管理」（清田、高橋、岡村）	東京都
12	第13回極域気水圏 生物圏合同シンポジウム2008（生物圏）（島田、永延）	東京都
12	板鰓類研究会シンポジウム（中野、松永）	東京都
12	ミンククジラ作業部会及びシンポジウム（宮下、岡村）	ウルサン（韓国）
12	研究集会「空間構造と食物網」（清田、高橋）	大津市
3	シンポジウム「生態系のリスク管理と適応にむけた統計分析とその現状」（清田、高橋）	東京都
3	第56回日本生態学会（南、高橋、金治、仙波）	岩手県滝沢村
3	平成21年度日本水産学会春季大会（魚住、島田、田邉、酒井、松本、金治、柳本）	東京都

●フィールド調査（海上）　官船及び水研センター船

月	用　務	出張先
11	平成20年度照洋丸第3次航海（照洋丸）	北太平洋

●フィールド調査（海上）　その他船舶

月	調査名	海域
11～12	鯨類目視調査（SEAFDECⅡ）	西オーストラリア州南西岸沖
12	ミナミマグロ加入量曳縄調査（Quadrant）	西オーストラリア州南西岸沖
1～2	ミナミマグロ1歳魚の加入量曳縄調査（St.Gerard M）	鹿児島県南海
1～2	曳縄調査（おおすみ丸）	鹿児島県南海
1～2	ヨコワ釣獲率調査（おおすみ丸）	

●フィールド調査（陸上）

月	調査名	出張先
10	釧路沖鯨類捕獲調査（岩崎）	釧路市
11	サメ類の測定調査（松永、仙波）	気仙沼市
11	ミナミマグロ管理タグの調査（境）	東京都
12	サメ類の測定調査（松永、仙波）	気仙沼市
1	ミナミマグロ管理タグ市場調査（伊藤、境）	東京都
1	長崎県イルカ人工衛星標識調査（岩崎、南川）	壱岐市
2	ミナミマグロ管理標識のモニタリング調査（境）	東京都
3	クロマグロ水揚げ調査（田邉）	和歌山県那智勝浦町
3	航空目視調査（吉田）	長崎市
3	天皇海山における魚類の多様性研究に関する打合せ及びサンプリング調査（柳本）	北海道標津町
3	海外におけるオブザーバープログラム実態調査（米国における標準化された海上安全訓練）（西田）	シアトル、ニューポート（米）
3	静岡県いるか漁業漁獲物調査（岩崎）	伊東市

それでも地球は動いている

編集後記

2009年4月から前任の川原部長に代わりこの編集後記を担当することになりました。よろしくおつきあいのほどをお願いします。

さて、今年もすでに秋本番となりました。そこで、自分で撮りためた素人写真で振り返ってみることにします。1月、研究所に近い三保松原越しの富士山(写真1)、日本の原風景です。2月、研究所から遠望できる日本平の梅まつり（写真2）です。3月、清水港を出るフェリーから見た富士山（写真3)、霞んで見えるのは黄砂の影響でしょうか。時は移って夏、8月上旬の米国シアトルでの北太平洋の底生魚類に関する会議の一コマです（写真4、5)。これは天皇海山など北太平洋の公海トロール漁業等に関する地域漁業管理機関を立ち上げるための7回目の会議で、米国の沿岸警備隊基地で同隊士官のスピーチを拝聴しました（写真4)。写真5は会場で振る舞われたいかにも米国風のケーキ、写真4のスクリーンに写った北太平洋の地図がデコレーションのモチーフです。さらに8月中旬、南太平洋のバヌアツ共和国で開催された中西部太平洋マグロ類委員会の科学者会議（写真6～9）に出席、メバチ・キハダの資源評価などの論議をしました。メバチの資源評価結果の記述を巡りなかなか意見が合わず各国代表の科学者が宮部議長(遠洋水研)を囲んで話し合っています(写真6)。会議の合間に現地でのキハダやメバチの水揚げ見学をしました（写真8)。ここ数年、太平洋熱帯域の島の会議場で夏を過ごすのが恒例のようになっていて、今夏も清水港みなと祭り花火大会も見ずじまいでした。このように研究所の四季は移ろい、職員も四季折々に日本や世界の海あるいは会議場で持続可能な漁業と食の安全安心に向け地道に活動を続けています。

（業務推進部長　本多　仁）

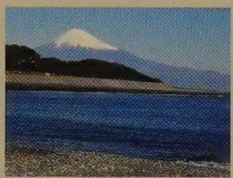

写真1


写真2


写真3


写真4


写真5


写真6


写真7


写真8


写真9

FRA
Fisheries Research Agency
発行／独立行政法人 水産総合研究センター　編集／独立行政法人 水産総合研究センター　遠洋水産研究所
〒424-8633 静岡県静岡市清水区折戸5丁目7番1号　TEL 054-336-6000　FAX 0543-335-9642　E-mail：www-enyo@fra.affrc.go.jp
http://fsf.fra.affrc.go.jp/